

Fatores de riscos e dinâmica espaço-temporal da meleira do mamoeiro no extremo sul do estado da Bahia

Alirio Jose da Cruz Neto¹, Francisco Ferraz Laranjeira², Arlene Maria Gomes Oliveira²,
Alessandra Selbach Schnadelbach^{1,3}, Cristiane de Jesus Barbosa²

¹Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Estadual de Feira de Santana, Avenida Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte, CEP: 44036-000, Feira de Santana, Bahia, Brasil; ²Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa s/n, Bairro Chapadinha, CEP:44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil; ³Universidade Federal da Bahia, Rua Augusto Viana, s/n, Bairro Canela, 40110-909, Salvador, Bahia, Brasil.

Autor para correspondência: Alirio Jose da Cruz Neto (alirioneto@hotmail.com)

Data de chegada: 27/05/2021. Aceito para publicação em: 27/07/2021

10.1590/0100-5405/250659

RESUMO

Cruz Neto, A.J.; Laranjeira, F.F.; Oliveira, A.M.G.; Schnadelbach, A.S.; Barbosa, C.J. Fatores de riscos e dinâmica espaço-temporal da meleira do mamoeiro no extremo sul do estado da Bahia. *Summa Phytopathologica*, v.47, n.3, p.162-167, 2021.

A meleira do mamoeiro é considerada um dos maiores problemas fitossanitários da cultura do mamoeiro, mas diversos aspectos da sua epidemiologia ainda são desconhecidos. O objetivo deste trabalho foi determinar o risco e o padrão espaço-temporal da meleira nas condições de cultivo da região extremo sul do estado da Bahia. Foi utilizada a regressão logística para identificar os fatores de riscos associados à ocorrência da meleira na região do extremo sul da Bahia. Para o estudo da distribuição espacial, foram aplicadas as seguintes análises: sequências ordinárias; teste t (*student*) e áreas isópatas. Os resultados da regressão logística

mostraram que o risco de um pomar apresentar meleira sendo consorciado ou consorciado com a cultura do café é maior do que quando estes fatores estão ausentes. Em geral, a meleira evoluiu lentamente do primeiro até o sexto mês de avaliação, com média de até 17,2% de plantas infectadas no sexto mês e chegando até 88% das plantas infectadas em campo ao final da epidemia. Agregação de plantas doentes foi observada em menos da metade das áreas avaliadas. A análise de áreas isópatas indicou uma tendência para início das epidemias a partir das bordas dos pomares e a presença de focos secundários e isolados da doença.

.Palavras-chave: Mamão; PMeV; virose; epidemiologia

ABSTRACT

Cruz Neto, A.J.; Laranjeira, F.F.; Oliveira, A.M.G.; Schnadelbach, A.S.; Barbosa, C.J. Risk factors and spatiotemporal dynamics of papaya meleira in the far south of Bahia state. *Summa Phytopathologica*, v.47, n.3, p.162-167, 2021.

Papaya meleira is considered one of the major phytosanitary problems affecting papaya culture, but several aspects of its epidemiology are still unknown. The objective of this study was to determine the risk and the spatiotemporal pattern of meleira under the cultivation conditions in the far south region of Bahia State, Brazil. Logistic regression was used to identify the risk factors associated with the occurrence of meleira in the far south region of Bahia. For the spatial distribution study, the following analyses were applied: ordinary sequences; *t*-test (*student's*) and isopath areas. The logistic regression results evidenced that the risk that an

intercropped orchard, or intercropped with the coffee crop, can show meleira is greater than that in the absence of these factors. In general, meleira evolved slowly from the first to the sixth month of evaluation, showing an average of up to 17.2% infected plants in the sixth month and reaching up to 88% infected plants in the field at the end of the epidemic. Aggregation of diseased plants was observed in less than half of the evaluated areas. Analysis of isopath areas indicated a tendency for the epidemics to start from the edges of orchards and the presence of secondary and isolated foci of the disease.

Keywords: Papaya; PMeV; plant virosis; epidemiology.

A meleira do mamoeiro é considerada o maior problema fitossanitário da cultura do mamoeiro no Brasil, principalmente, na região do extremo sul da Bahia, onde está concentrada cerca de 33% da produção baiana (11). A doença caracteriza-se principalmente por apresentar uma exsudação espontânea do látex nos frutos, que dá o aspecto melado ao fruto, manchas claras zonadas na superfície de frutos verdes e pequenas lesões necróticas nas pontas de folhas jovens (1, 21).

O agente causal da meleira é o Complexo PMeV, formado pela associação de dois vírus: o papaya meleira virus (PMeV) e pelo papaya meleira virus 2 (PMeV2), recentemente associado em plantas com sintomas da doença (1, 3). O Complexo PMeV é transmitido mecanicamente por objetos utilizados nos tratamentos culturais e acredita-

se no possível envolvimento de insetos vetores como mosca-branca e cigarrinhas (9, 10, 13, 23). O controle da doença tem sido realizado por meio da remoção de plantas com sintomas (*roguing*) (21). A meleira infecta pelo menos 20% das plantas durante o ciclo econômico da cultura. Em alguns pomares, onde o *roguing* não vem sendo realizado, a incidência da doença pode atingir até 100% das plantas (1, 21).

O estudo epidemiológico de uma doença é essencial para seu controle (5). Estudos sobre a distribuição espacial da meleira, Rodrigues et al. (18), mostraram que as epidemias iniciaram de maneira aleatória, mas tendiam a agregação dentro da linha de plantio. Maffia et al. (16), por sua vez, encontraram alta agregação de plantas afetadas pela meleira. Em trabalhos sobre a dinâmica espaço-temporal da meleira Vidal et al. (22) não observaram diferenças significativas

na distribuição espacial em pomares localizados em zonas de trópico úmido e trópico semiárido. Observou-se também, que as áreas de maior incidência da meleira concentraram-se nas bordas dos talhões (2). Estudos recentemente realizados no Espírito Santo mostraram que os meses frios e secos são mais favoráveis ao desenvolvimento da doença, enquanto os quentes e chuvosos favorecem a atenuação dos sintomas (7). Este trabalho teve como objetivo identificar fatores de risco associados a meleira do mamoeiro e seu padrão espaço-temporal nas condições de cultivo da região do extremo sul da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Análise de fatores de risco e regressão logística múltipla

Para o estudo de análise de risco foi feito o levantamento de dados junto a 17 produtores e/ou responsáveis técnicos (RT's) de pomares de mamoeiro localizados na região do extremo sul da Bahia, nos municípios de Eunápolis (7), Porto Seguro (3), Itabela (1), Belmonte (1) e Teixeira de Freitas (5). Este levantamento foi realizado com base nos principais tratamentos culturais adotados por estes produtores e RT's. Os dados levantados foram utilizados na composição das variáveis categóricas independentes da regressão logística. A regressão logística múltipla testa uma variável dependente Y e duas ou mais variáveis independentes, sendo a variável Y binária, ou seja, assume valor 1 (presença da meleira) e valor 0 (ausência da meleira). As variáveis independentes são também binárias. Assim sendo, a regressão logística múltipla foi usada para modelar os fatores de risco impostos por aquelas variáveis na ocorrência dos eventos de interesse. A variável de interesse foi presença da meleira codificada da seguinte forma: (1) presença da meleira; (0) ausência da meleira. Desse modo, a variável dependente foi modelada em função das seguintes variáveis categóricas independentes: presença de pastagem antes do preparo do solo; presença do café antes do preparo do solo; grupo de mamão utilizado (Formosa ou Havaí); consorciação presente no pomar; consórcio com café; adubação; tipo de irrigação; histórico da ocorrência da meleira no pomar. As interpretações foram feitas avaliando-se os resultados da *odds ratio* (OR), o qual calcula a vantagem ou desvantagem de um dos eventos (sucesso) em relação ao outro. O programa utilizado foi o *software* BioEstat 5.3.

Análise Sequências Ordinárias (ASO) e Teste t (*student*)

Os *quadrats* utilizados nas áreas isopatas foram utilizados para compor a análise das sequências ordinárias, pois não foi possível a modelagem planta a planta, em virtude das falhas proporcionadas pelo *roguing*. Adotou-se a análise de sequências ordinárias para averiguar se o agrupamento de plantas infectadas sugere disseminação *quadrat a quadrat* do patógeno. Considera-se para isto, uma sequência de um ou mais símbolos idênticos, seguidos ou precedidos por um símbolo diferente ou nenhum símbolo. Para essa análise, a hipótese nula foi a de que um dado conjunto ordenado de símbolos (plantas infectadas) está distribuído de forma aleatória. As plantas infectadas agrupadas foram consideradas como a hipótese alternativa (14). Quanto mais agrupadas estiverem as plantas infectadas, mais negativo será o valor de Zso. A significância considerada nas análises foi de 5%. Valores de Zso iguais ou inferiores a -1,64 indicam agrupamento de plantas infectadas. Já valores superiores a -1,64 indicam arranjo ao acaso das plantas doentes. As incidências do interior e bordadura das quadras avaliadas foram calculadas por meio do Teste t (*Student*) a 5% de probabilidade de erro.

Análise espaço temporal e áreas isopatas

Para o estudo de distribuição espacial e temporal da doença foram demarcados, em nove pomares (cinco Havaí e quatro Formosa), cerca de 500 plantas (20 linhas x 25 plantas) em plantios comerciais localizados no extremo sul da Bahia, abrangendo os municípios de Eunápolis e Itabela. Estes pomares foram demarcados contendo plantas no início da produção, entre oito e nove meses após o plantio, em pomares com ocorrência da meleira. Todas as plantas de cada pomar foram avaliadas mensalmente de maio de 2016 a abril de 2017. As avaliações foram feitas percorrendo toda a área demarcada, anotando-se registrando-se plantas com sintomas da meleira. Foram consideradas como plantas infectadas aquelas que apresentavam frutos com exsudação espontânea do látex e folhas do ápice com as pontas necrosadas. Através da distribuição de plantas doentes representadas nos mapas obtidos nas avaliações, foram elaborados mapas para cada pomar considerando uma matriz X, Y e Z; onde X e Y correspondem à posição do *quadrat* dentro da parcela e Y, aos valores da incidência de plantas doentes em cada *quadrat*. Para a análise de áreas isopatas, cada pomar foi subdividido em *quadrat* de tamanho 4 plantas x 5 linhas (totalizando 20 plantas dentro de cada *quadrat*). Após a elaboração das matrizes, as áreas isópatas de cada parcela foram geradas por computador com auxílio do programa SIGMAPLOT versão 10.0 (Systat Software Inc., San Jose, Califórnia, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos fatores de risco

A regressão logística foi usada para modelar os riscos impostos por aquelas variáveis na ocorrência do evento de interesse. Esta técnica foi utilizada para entender os riscos associados à presença da meleira aos tratamentos culturais adotados para pomares de mamoeiro. Verificou-se que apenas as variáveis independentes que expressam sobre a existência de consórcio e se a cultura é consorciada com a cultura do café foram significativas a 5% de probabilidade (Tabela 1). Para se calcular o risco de um pomar de mamão apresentar a meleira em relação às variáveis categóricas foi feito baseado nos resultados da *odds ratio* (OR), o qual calcula a vantagem ou desvantagem de um dos eventos (sucesso) em relação ao outro. Diante disso, o risco de um pomar apresentar meleira sendo consorciado ou consorciado com café foi de 61.117 e 52.386 vezes maior, respectivamente, do que quando estes fatores estão ausentes.

Na região do extremo sul da Bahia o mamoeiro tem sido consorciado com culturas permanente como o café, com o objetivo de amenizar o custo de implantação destas lavouras. Os resultados aqui apresentados demonstram que o consórcio entre as culturas do café e mamão deve ser mais bem investigado em relação à meleira. Em pomares consorciados há uma maior densidade de plantas por área, que podem influenciar no incremento da população de insetos e vetores da meleira, portanto, maior a probabilidade de transmissão do vírus (22). Em estudos sobre a população de cigarrinhas presentes em pomares de cafeeiro no Espírito Santo, foram encontradas cerca de 21 espécies de cigarrinhas (6). O fato de a cultura do cafeeiro ser uma boa hospedeira para diferentes espécies de cigarrinhas, aliado a relatos de que estes insetos possam transmitir a meleira, poderiam explicar o incremento do risco de ocorrência da doença em pomares consorciado com o cafeeiro observados neste estudo (9, 10, 21).

Outro aspecto relevante sobre o aumento da densidade de plantas dentro do pomar, em decorrência do consórcio, também possa levar ao aumento de fonte de inóculo adicionais, devido ao incremento de

Tabela 1. Resultados da regressão logística e *Odds ratio* para as variáveis testadas, calculadas a partir da variável dependentes e variáveis independentes

Variáveis Independentes	P-Valor	Equação Logística	Odds Ratio
Presença de pasto antes do preparo do solo.	0.8228 ^{ns}	Logit Pi = 1.0986 - (0.288 X1)	ns
Presença do café antes do preparo do solo.	0.3954 ^{ns}	Logit Pi = 0.7885 + (10.4144 X1)	ns
Grupo utilizado é Formosa.	0.1255 ^{ns}	Logit Pi = 0.5878 + (10.6151 X1)	ns
Grupo utilizado é Solo.	0.3954 ^{ns}	Logit Pi = 11.2029 - (10.414 X1)	ns
É consorciado?	0.0197*	Logit Pi = 0.1823 + (11.0206 X1)	61117.39
É consorciado com café?	0.0382*	Logit Pi = 0.3365 + (10.8664 X1)	52386.33
A adubação com base na análise de solo?	0.1255 ^{ns}	Logit Pi = 11.2029 - (10.615 X1)	ns
É irrigado?	0.8707 ^{ns}	Logit Pi = 0.6931 + (0.2231 X1)	ns
A irrigação é tipo gotejamento?	0.7943 ^{ns}	Logit Pi = 0.6931 + (0.2877 X1)	ns
A irrigação é tipo aspersor?	0.8707 ^{ns}	Logit Pi = 0.9163 - (0.223 X1)	ns
Já houve plantio anterior de mamão na mesma área?	0.7058 ^{ns}	Logit Pi = 1.0986 - (0.406 X1)	ns
Já houve plantio anterior de mamão em área próxima?	0.4896 ^{ns}	Logit Pi = 1.2528 - (0.742 X1)	ns

ns (não significativo)

hospedeiros alternativos, ainda não conhecidos para meleira. Embora não haja relatos do cafeeiro como hospedeiro alternativo para o complexo da meleira, os resultados aqui apresentados indicam que essa possibilidade deve ser investigada, bem como a possibilidade desta e outras culturas consorciadas incrementarem a população de possíveis insetos vetores da meleira.

Análise Sequências Ordinárias (ASO)

Observou-se uma tendência à aleatoriedade dos pomares avaliados na disseminação do patógeno (Tabela 2). Nos pomares 2, 5, 6 e 7 houve uma avaliação com índice menor que -1,64, ou seja, indicando agregação, mas que se mostrou ocasional, não denotando uma tendência. Arranjos agregados de plantas doentes indicam que a disseminação ocorreu planta a planta ou que o inóculo estava concentrado no mesmo local. Enquanto arranjos aleatórios encontrados neste trabalho indicam que o patógeno não tenha sido disperso de um *quadrat* para outro, supondo que a transmissão da doença não ocorre a curtas distâncias (5). E que a adoção do *roguing* nos pomares avaliados pode ter influenciado nos resultados encontrados.

Trabalhos iniciais sobre o padrão de dispersão da meleira realizados por Rodrigues et al. (18), no norte do Espírito Santo mostraram que plantas doentes estavam distribuídas ao acaso e, posteriormente, tediavam a agregação. Estes resultados iniciais foram corroborados posteriormente por Maffia et al. (16), Vidal et al. (22) e Magaña-Alvarez (17) que também observaram agregação de plantas doentes nas linhas de plantio, sugerindo que a meleira era transmitida através dos tratos culturais. Considerando a possibilidade de transmissão da meleira por espécies de mosca-branca ou por cigarrinhas, o padrão de dispersão aleatório determinado neste trabalho está mais associado àqueles descritos para doenças transmitidas por cigarrinhas, como da clorose variegada do citrus (12). Assim, o padrão de dispersão aleatório reforça a hipótese de que cigarrinhas possam ser vetores do PMeV, como foi relatado recentemente para *E. papayae* no México (9).

No Brasil, apesar da transmissão da meleira por espécies de cigarrinhas não ter sido ainda esclarecida, existem trabalhos que indicam esta possibilidade. Lima et al. (13) obtiveram relação positiva entre plantas erradicadas com sintomas de meleira e a população de cigarrinhas nos pomares. Estudos realizados por Ventura et al. (21)

Tabela 2. Índice de agregação geral dos nove pomares, calculado pela análise de sequências ordinárias

Pomar	Período das avaliações									
	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	fev/17	abr/17
Pomar 1	0.01	-0.34	1.24	0.33	-0.17	-0.17	0.00	-	-	-
Pomar 2	-1.83	-0.34	-0.45	1.41	1.41	0.00	-	-	-	-
Pomar 3	-	-	-	-	-	-1.58	0.00	0.00	-	-
Pomar 4	-	-	-	-	-	-0.33	-0.18	-0.64	-0.35	2.14
Pomar 5	-	-3.40	-0.92	-0.34	-1.79	0.98	1.28	-	-	-
Pomar 6	-	-1.83	-0.96	-0.92	-0.30	-2.86	-	-	-	-
Pomar 7	-1.55	-1.55	-3.40	-0.64	-1.63	-	-	-	-	-
Pomar 8	-0.96	-0.30	-0.30	1.24	0.79	1.26	-	-	-	-
Pomar 9	2.14	0.73	-0.18	0.00	-	-	-	-	-	-

Os índices sublinhados indicam significância a 5% de probabilidade. (-) indica análise não realizada.

relacionou a cigarrinha (Hemiptera: Cicadellidae) como potenciais insetos vetores do agente da meleira, visto que sua flutuação no pomar está relacionada com a maior incidência da doença. Gouvea et al. (10) encontraram relação positiva entre a flutuação populacional de *Solanasca bordia* com o número de plantas afetadas pela meleira em pomares no Espírito Santo. Por outro lado, o padrão espacial de doenças transmitidas por mosca-branca é densamente agregado (7). Pesquisas de monitoramento da evolução da meleira em lavouras de mamão mostraram que o progresso da doença não segue o mesmo padrão da flutuação da população de mosca-branca (2). Apesar da evidência da transmissão por vetores, os estudos existentes, até o momento, não são suficientes para afirmar qual espécie de inseto atua como vetor na disseminação da doença no campo.

Análise temporal e áreas isópatas

De modo geral, a doença evoluiu lentamente do primeiro até o sexto mês de avaliação, chegando até 17,2% de plantas infectadas no sexto mês (Figura 1). A partir do sexto mês a incidência de plantas sintomáticas aumentou, variando de 46 a 88% em determinadas quadras. Observa-se que a maior incidência da meleira ocorreu de novembro a dezembro de 2017, chegando até 88% das plantas infectadas em campo (Figura 1). As quadras 1, 2, 3 e 9 apresentaram as maiores incidências, variando de 46% a 88%. Aparentemente a doença não progride de maneira similar à maioria das doenças de plantas e não houve distinção entre os pomares com grupos Formosa e Havai. Diante disso, o formato das curvas não permitiu o ajuste de modelos matemáticos tradicionais, como os modelos de crescimento linear, exponencial, monomolecular e logístico. Estudos anteriores sobre o progresso da meleira em condições de campo determinaram que o modelo monomolecular foi o que melhor se ajustou à disseminação da meleira em pomares no norte do Espírito Santo (20). Posteriormente, Cosmi et al. (7) encontraram modelos de crescimento monomolecular, logístico e Gompertz ao caracterizar a evolução temporal em pomares com plantas afetadas pela meleira no norte do Espírito Santo.

Em grande parte das quadras verificou-se um progresso linear da incidência da doença no início das avaliações, seguido de súbito

aumento, geralmente, a partir da quarta avaliação (Figura 1). Este padrão pode estar associado a dificuldade na identificação precoce de plantas infectadas em campo, e/ou na sua erradicação. A principal alternativa de manejo da meleira é a identificação dos sintomas e a posterior erradicação das plantas doentes (*roguing*). Entretanto, a identificação precoce dos sintomas da meleira é errática, já que só são mais facilmente visíveis após a frutificação. Assim, plantas infectadas permanecem no campo por mais tempo, constituindo uma importante fonte de vírus (1). Esse contexto pode levar ao aumento súbito de plantas doentes no pomar, observado neste estudo. Outro aspecto que deve ser considerado no aumento rápido de plantas infectadas em campo é a existência de mecanismos de tolerância em plantas prefloração que permitem a coexistência de planta e vírus sem causar perda significativa de vigor para seus hospedeiros. Esse retardo no aparecimento dos sintomas pode ter relação com a repressão de genes que expressam proteínas responsáveis pelo reconhecimento de patógenos pela planta (15). Bem como, a presença de proteínas relacionadas a fotossíntese que foram encontradas em grandes quantidades em mamoeiros em fase de prefloração infectadas pelo complexo PMeV. Indicando a participação da fotossíntese na resposta do mamoeiro a infecção ao complexo da meleira (19).

As áreas isópatas foram estabelecidas com base nos mapas de distribuição espacial de plantas doentes de todas as avaliações realizadas em campo, demonstrando gradientes de incidência (Figura 2). As áreas isópatas mostram uma tendência do surgimento dos primeiros casos da doença nas bordas das quadras avaliadas, que também apresentaram os maiores níveis de incidência da doença. Estes resultados podem estar relacionados a existência de fonte de inóculo para o vírus em hospedeiros alternativos ao redor do pomar e/ou migração de vetores de fora para dentro do pomar. Maiores incidências para meleira foram encontradas nas bordas de plantio em pomares de mamão por Vidal et al. (22). O padrão de surgimento de primeiros casos de infecção pelas bordas do plantio tem sido observado em outros patossistemas, cujo vírus tem um inseto como vetor, a exemplo do vírus da risca amarela da nervura do tomate (*Tomato yellow vein streak virus*, ToYVSV) e vírus do enrugamento severo do tomateiro (*Tomato severe rugose virus*,

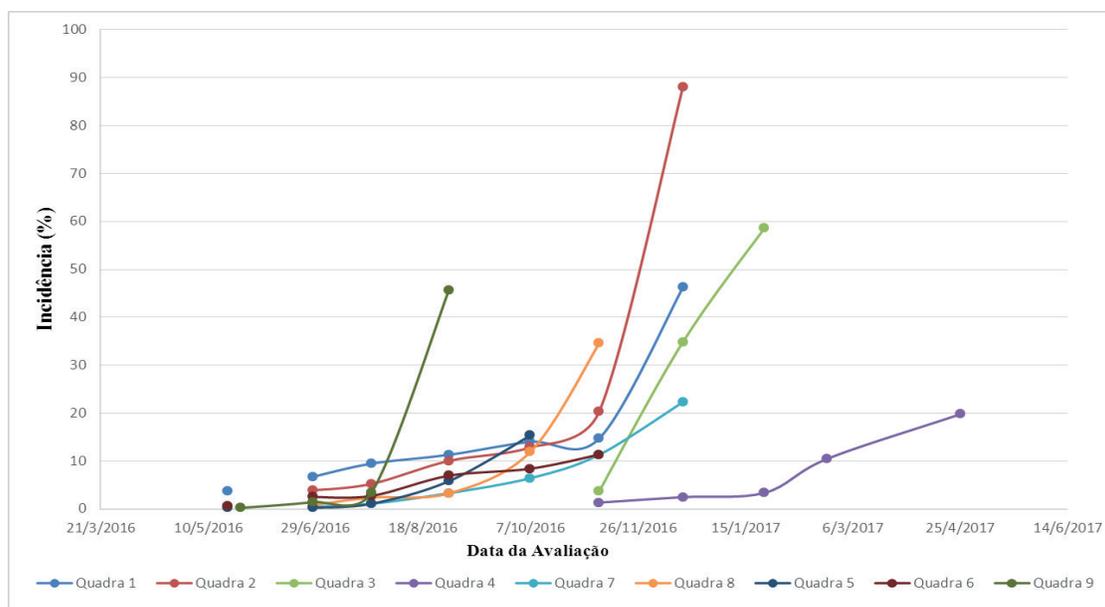


Figura 1. Curvas de progresso da incidência da meleira em plantas de mamoeiro dos grupos Formosa e Havai em função da data de avaliação, localizadas na região do extremo sul da Bahia.

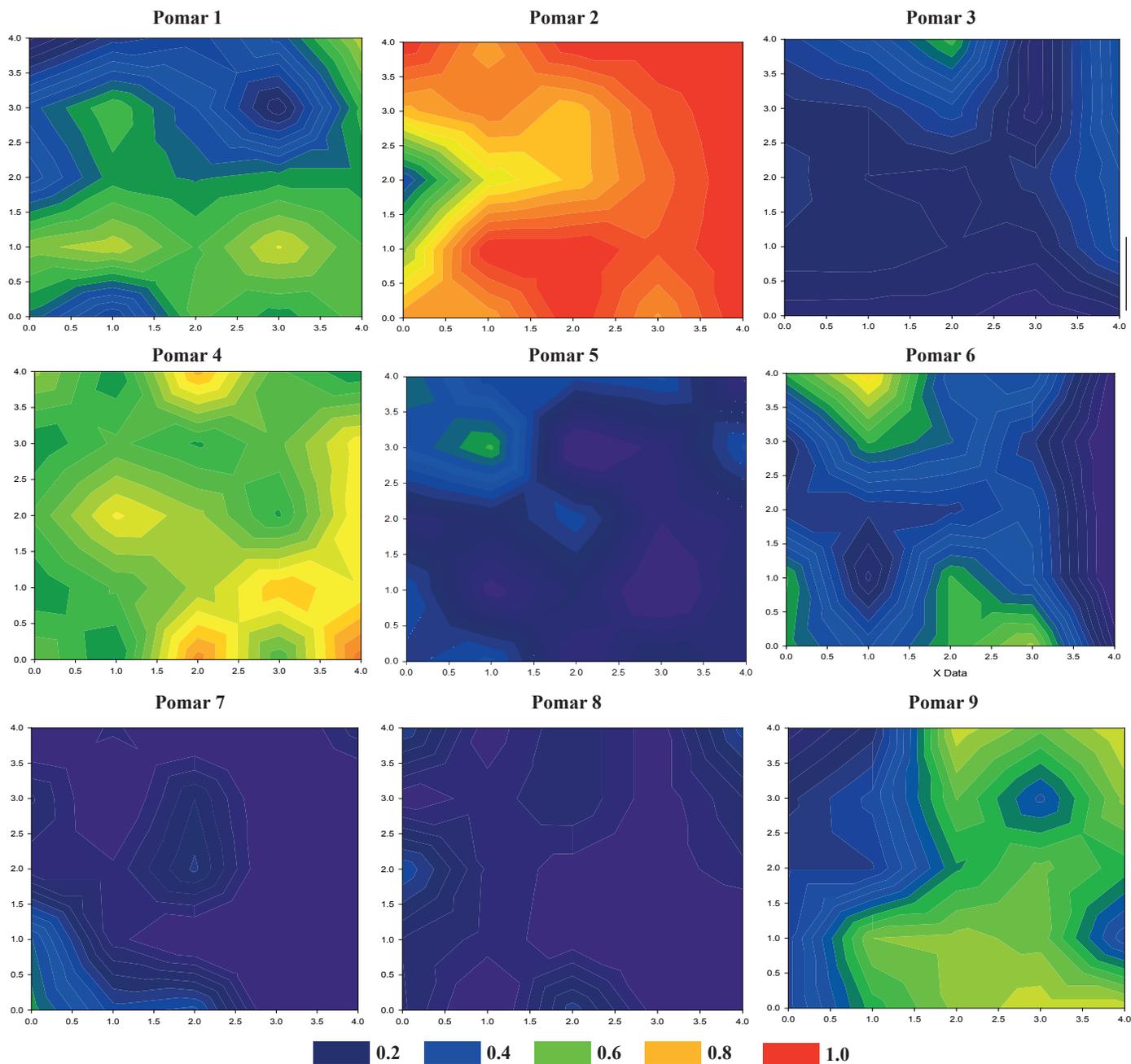


Figura 2. Áreas isópatas das últimas avaliações dos nove pomares, referentes a incidência de plantas infectadas por PMeV, em Eunápolis - BA. As cores indicam uma variação nos valores de incidência (azul escuro – ausência de plantas sintomáticas; vermelho escuro – maior incidência de plantas sintomáticas).

ToSRV), que podem ser transmitidos por mais de 40 biótipos de *B. tabaci* (4, 8). Uma vez que, a transmissão por mosca-branca *B. tabaci* biótipo B (*Bemisia argentifolii* Bell. & Perring) já foi considerada para o Complexo PMeV (23).

Observou-se também por meio das avaliações das quadras de 1 a 9 a presença de focos secundários e isolados da doença, que não apresentaram associação com os focos iniciais da meleira (Figuras 2). Resultados similares foram descritos por Vidal et al. (22) na avaliação do padrão espacial da meleira, sugerindo que a formação de colônias dos vetores e transmissão planta a planta a partir de inóculo secundário, possa assumir um papel importante da disseminação da doença.

De acordo com o Test *t* (*student*) verificou-se que em 73% das

avaliações de todos os pomares, a média de incidência da meleira na bordadura foi superior ao interior. Contudo, as médias não apresentaram diferença estatística significativa a 5% de probabilidade entre as avaliações. Os resultados da análise de áreas isópatas mostraram uma tendência do surgimento dos primeiros casos da doença nas bordas das quadras avaliadas. Estes resultados demonstram que o foco de inóculo inicial possa estar associado a plantas hospedeiras alternativas do agente da meleira ou de seus vetores ao redor do pomar, como já haviam pontuado os trabalhos de Vidal et al. (22). Por outro lado, os resultados da análise de risco mostraram um maior risco de ocorrência da meleira em plantios consorciados e consorciados com o café, indicando que a fonte de infecção e/ou vetores da meleira, nestes casos, possa vir

principalmente, e também, de dentro do pomar.

Foi observado uma tendência à aleatoriedade das quadras avaliadas, indicando que a transmissão da doença não ocorre a curtas distâncias. Considerando possíveis vetores como peças importantes desse patossistema, os resultados obtidos assemelham-se aos padrões de dispersão encontrados por doenças transmitidas por cigarrinhas, como a clorose variegada dos citros (CVC) (12). Este resultado, reforça a possibilidade de que a cigarrinha pode ser também um agente vetor do PMeV, como foi relatado recentemente a capacidade da cigarrinha *Empoasca papayae* Omã (Hemiptera: Cicadellidae) em adquirir e transmitir PMeV-Mx (variante mexicana) para o mamoeiro (9). Do mesmo modo, foi verificado uma maior tendência do surgimento dos primeiros casos da doença nas bordas das quadras avaliadas e a presença de focos secundários isolados. Estes resultados indicam que o patógeno possa ser introduzido de fora para dentro do pomar. Neste caso, permite inferir que a estratégia de remoção de fontes de inoculo, oriundas de possíveis hospedeiros alternativos, além de controle de vetores na bordadura dos pomares possa ser uma medida que aumente a eficiência do manejo da meleira.

AGRADECIMENTOS

À Fapesb pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste estudo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela concessão da bolsa de doutorado. Aos fiscais agropecuários da Adab Epaminondas Peixoto e Flavia Fernandes Lopes, pelo importante apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Abreu, P.M.V.; Antunes, T.F.; Magaña-Álvarez, A.; Pérez-Brito, D.; Tapia-Tussell, R.; Ventura, J.A. A Current Overview of the Papaya meleira virus, an Unusual Plant Virus. **Viruses**, Brasil, v.7, n.4, p.1853-1870, 2015.
2. Andrade, J.S.; Ventura, J.A.; Rodrigues, S.P.; Fernandes, P.M.B. Tagatiba, J.S.; Costa, H. Avaliação de diferentes métodos de inoculação da meleira em plantas jovens de mamão. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, n. Supl, v.28, p.288, 2003. (Suplemento).
3. Antunes, T.F.; Amaral, R.J.V.; Ventura, J.A.; Godinho, M.T.; Amaral, J.G.; Souza, F. O.; Zerbini, P. A.; Zerbini, F. M.; Fernandes, P.M.B. The dsRNA Virus Papaya Meleira Virus and an ssRNA Virus Are Associated with Papaya Sticky Disease. **PLoS ONE**, Rio Grande do Sul, v.11, n.5, e0155240. 2016.
4. Barbosa, J.C.; Rezende, J.A. M.; Amorim, L.; Barbosa Filho, A. Dinâmica Temporal do *Virus Rugose Grave* de Tomate e *Bemisia tabaci* em Tomato Fields em São Paulo, Brasil. **Journal of Phytopathology**, v.164, n.1, p.1-10, 2016.
5. Campbell, C.L.; Jacobi, W.R.; Powell, N.T.; Main, C.E. Analysis of disease progression and the randomness of occurrence of infected plants during tobacco black shank. **Phytopathology**, v.74, n.2, p.230-235, 1984.
6. Carvalho, R.A.; Lopes, M.M.; Rodrigues, L.G.N. Espécies de cigarrinhas em cultivo de café no Município de Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil (Hemiptera, Cicadellidae, Cicadellinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 55, n.13, p. 205-210, 2015.
7. Cosmi, F.C.; Alves, K.S.; Moraes, W.B.; Ventura, J.A.; Moraes, S.P.C.B.; Moraes, W.B.; Jesus Júnior, W.C. Epidemiologic analysis of temporal evolution of papaya sticky disease. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.43, n.4, p. 303-309, 2017.
8. Della Vecchia, M.G.S.; Rosa, D.D.; Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Rezende, J.A. M.; Ribeiro, A. Dinâmica temporal e espacial da begomovirose causada por *Tomato yellow vein streak virus* em tomateiro na região de Campinas-SP. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v.33, n.4, p.388-396, 2007.
9. Garcia-Camara, G.I. **Evidencia de la transmisión del Papaya meleira virus (PMeV) por insectos en *Carica papaya* L.** 2018. p.123. Tese (Doutorado - Centro de Investigación Científica de Yucatán. Yucatán.
10. Gouvea, R.; Rosa, R.; Alves, W.D.S.; Vitória, R.Z.; Fanton, C.; Martins, D.D.S.; Calatroni, D. Flutuação populacional de cigarrinhas (Hemiptera: cicadellidae) e ocorrência do vírus da meleira do mamoeiro. In: **SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO**, Vitória, ES. 2018.
11. IBGE. **Banco de Dados Agregados: produção agrícola municipal.** Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: 11 maio de 2020.
12. Laranjeira, F.F.; Bergamin Filho, A.; Amorim, L.; Gottwald, T.R. Dinâmica espacial da clorose variegada dos citros em três regiões do estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.56-65, 2004.
13. Lima, R.C.A.; Couto, A.O.F.; Andrade, J.S.; Martins, D.S.; Ventura, J. A.; Tagatiba, J.S.; Costa, H. Flutuação populacional de insetos vetores de doenças do mamoeiro e sua relação com a ocorrência de doenças viróticas. In: MARTINS, D. S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno.** Vitória: INCAPER, 2003. p. 539- 541, 2003.
14. Madden, L.V.; Louie, R.; Abt, J.J.; Knoke, J.K. Evaluation of tests for randomness of infected plants. **Ecology and Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, n.2, p. 195-198, 1982.
15. Madroño, J.; Rodrigues, S.P.; Antunes, T.F.; Abreu, P.M.; Ventura, J.A.; Fernandes, A.A.R.; Fernandes, P.M.B. Transcriptome analysis provides insights into the delayed sticky disease symptoms in *Carica papaya*. **Plant cell reports**, Germany, v. 37, n. 7, p. 967-980, 2018.
16. Maffia, L.A.; Rodrigues, L.A.; Ventura, J.A. Significância epidemiológica do conhecimento do arranjo espacial de plantas doentes no campo: 1. Meleira do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.315. 1993. (Resumo)
17. Magaña-Alvarez, A. **Evaluación de la transmisión de Papaya Meleira Virus (PMeV) por Semillas.** Maestría; Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Mexico, Mexico, p.114, 2013.
18. Rodrigues, C.H.; Ventura, J.A.; Maffia, L.A. Distribuição e transmissão da meleira em pomares de mamão no Espírito Santo. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, 22., Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1989. p.118.
19. Soares, E.D.A.; Werth, E.G.; Madroño, L.J.; Ventura, J.A.; Rodrigues, S.P.; Hicks, L. M.; Fernandes, P.M. Label-free quantitative proteomic analysis of pre-flowering PMeV-infected *Carica papaya* L. **Journal of proteomics**, Associação Europeia, v. 151, p. 275-283, 2017.
20. Ventura, J.A.; Costa, H. Epidemias de viroses do mamoeiro. In: **Workshop de Epidemiologia de Doenças de Plantas**, 2, Campos do Jordão: USP-ESALQ, 2007. **Palestras**. Campos do Jordão-SP: ESALQ- USP, p. 58-63, 2007.
21. Ventura, J.A.; Costa, H.; Tagatiba, J.S.; Andrade, J.S. Meleira do mamoeiro: etiologia, sintomas e epidemiologia. In: MARTINS, D. DOS S. (ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno.** Vitória, p. 267-276, 2003.
22. Vidal, C.A.; Laranjeira, F.F.; Nascimento, A.S.; Habibe, T.C. Distribuição Espacial da Meleira do Mamoeiro em Zonas de Trópico Úmido e Trópico Semi-Árido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n.2, p. 177-182, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000300006>
23. Vidal, C.A. Transmissão do vírus da meleira do mamoeiro (*Carica papaya* L.) por insetos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p.101-106. 2005.