

# Análise epidemiológica da evolução temporal da meleira do mamoeiro

Fernando Carrara Cosmi<sup>1</sup>, Kaique dos Santos Alves<sup>1</sup>, Wanderson Bucker Moraes<sup>2</sup>, José Aires Ventura<sup>3</sup>, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes<sup>1</sup>, Willian Bucker Moraes<sup>1</sup>, Waldir Cintra de Jesus Júnior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CCAUE/UFES: Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. CEP: 29500-000, Alegre, ES, e-mail: carrara1@hotmail.com, kai-quealves@hotmail.com, simonepaiva01@hotmail.com, willian.moraes@ufes.br; <sup>2</sup>Ohio Agricultural Research & Development Center, Department of Plant Pathology, 117 Selby Hall, 1680 Madison Ave., Wooster, OH 44691-4096, USA, e-mail: buckermoraes.1@osu.edu; <sup>3</sup>Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. CEP 29052-010 Vitória, ES – Brasil, e-mail: ventura@incaper.es.gov.br; <sup>4</sup>UFSCar - Universidade Federal de São Carlos, Departamento Acadêmico Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza, CEP: 13290000 - Buri, SP; e-mail: wcintra@ufscar.br

Autor para correspondência: Willian Bucker Moraes (willian.moraes@ufes.br)

Data de chegada: 15/09/2017. Aceito para publicação em: 20/06/2017.

10.1590/0100-5405/169330

## RESUMO

Cosmi, F.C.; Alves, K.S.; Moraes, W.B.; Ventura, J.A.; Moraes, S.P.C.B.; Moraes, W.B.; Jesus Júnior, W.C. Análise epidemiológica da evolução temporal da meleira do mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.4, p.303-309, 2017.

A análise da evolução temporal da meleira fornece subsídios para entender a etiologia, verificar sua dispersão e gerar informações sobre a influência de fatores culturais, biológicos e do ambiente na dinâmica populacional do patógeno/doença e fornecer dados para o delineamento de estratégias de manejo da doença. Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi caracterizar a evolução temporal em plantas afetadas pela meleira em pomares comerciais no município de Linhares, no Norte do Estado do Espírito Santo. O experimento foi conduzido em áreas comerciais de mamoeiro cv.

'Sunrise Golden', onde avaliou-se a intensidade da doença em cada pomar, sendo que ao final foram geradas curvas de progresso da doença. Os dados das curvas foram submetidos à análise de regressão linear simples, ajustados nos modelos empíricos Logístico, Monomolecular e de Gompertz. O período do ano mais favorável ao desenvolvimento da doença foram os meses mais frios e secos, enquanto os mais quentes e chuvosos favorecem a atenuação dos sintomas. Por fim, o modelo que melhor se ajustou às epidemias da meleira do mamoeiro foi o modelo de Gompertz.

**Palavras-chave:** Mamão; Doença; Fitopatologia; Virose de plantas;

## ABSTRACT

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*, v.43, n.4, p.303-309, 2017.

Analysis of temporal evolution of papaya sticky disease provides subsidies to understand the etiology, verify the dispersion and generate information about the influence of cultural, biological and environmental factors on the population dynamics of the pathogen/disease, providing data for the design of disease management strategies. Thus, the aim of this study was to characterize the temporal evolution in plants affected by papaya sticky disease in commercial orchards at Linhares Municipality, north of Espírito Santo State, Brazil. The experiment was conducted in commercial

fields of papaya cv. 'Sunrise Golden', where the disease intensity was assessed in each orchard and, at the end, disease progress curves were generated. The data of curves were subjected to simple linear regression analysis, adjusted to the empirical models Logistic, Monomolecular and Gompertz. The most favorable period of the year for the disease development were colder and dry months, while the warmest and wettest months favored the mitigation of symptoms. Finally, the model that best fitted to the papaya sticky disease epidemics was the Gompertz model.

**Keywords:** Papaya; Disease; Phytopathology; plant virus diseases

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta de grande expressão agrícola, que produz frutos durante todo o ano, sendo uma cultura de elevada expressão econômica (10). Dentre os fatores limitantes do seu cultivo, os problemas fitossanitários são relevantes e de grande importância para essa frutífera. A cultura pode ser afetada por importantes doenças, com destaque para as viroses que causam grandes danos aos pomares, podendo levar à destruição total das plantações e provocando mudanças constantes das zonas produtoras, fazendo com que cada vez mais essas regiões sejam abandonadas para seu cultivo (8).

A meleira (*Papaya meleira virus*, PMeV) é uma das principais doenças da cultura do mamoeiro. A doença caracteriza-se principalmente por apresentar uma exsudação de látex nos frutos que ao oxidar-se e

resulta em um aspecto "borrado" e "melado", tornando os frutos impróprios para a comercialização e levando a planta ao definhamento (1). O vírus é transmitido por objetos utilizados nos tratamentos culturais e acredita-se no possível envolvimento de um inseto vetor.

O clima em que o hospedeiro se encontra é importante para o desenvolvimento da doença. Tagatiga et al. (13) observaram que a temperatura pode influenciar na manifestação dos sintomas, tendo observado uma relação entre a elevação da incidência da doença e a redução da temperatura média.

Existem diversas formas de controle da doença, a saber: medidas preventivas que incluem a escolha de áreas distantes de pomares com histórico da doença, desinfestação das ferramentas utilizadas nos tratamentos

culturais, redução dos ferimentos das plantas, eliminação de lavouras sadias ou doentes após o fim do ciclo econômico para evitar fontes de inóculo, quanto a resistência ainda não se tem nenhuma resistente a meleira, e, principalmente, realizar inspeções semanais nos pomares para eliminar plantas doentes logo que os primeiros sintomas sejam detectados sendo essa, até o momento, a estratégia mais eficiente no manejo da virose (15).

Além disso, há legislação pertinente quanto à obrigação de erradicação das plantas doentes. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (5) editou a Instrução Normativa 004/2002, que dentre seus artigos cita que a Delegacia Federal de Agricultura é o órgão responsável pela inspeção fitossanitária nos pomares, para identificar e eliminar as plantas com PMeV. Detectada a presença da doença, as propriedades terão que ser interditadas, parcial ou totalmente. Ademais, os ocupantes, a qualquer título, das áreas interditadas são obrigados a eliminar as plantas doentes, sem direito à indenização.

O estudo do progresso de doenças e a disseminação de patógenos é essencial para a caracterização de um patossistema. A análise da evolução temporal da meleira fornece subsídios para entender a etiologia, verificar a eficiência de sua dispersão e gerar informações sobre a influência de práticas culturais, fatores biológicos e do ambiente na dinâmica populacional do patógeno/doença e auxilia no delineamento de estratégias de manejo da doença.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a evolução temporal da meleira em plantas afetadas em pomares comerciais no município de Linhares, no Norte do Estado do Espírito Santo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em áreas comerciais de mamoeiro cv. Golden, localizadas na Empresa Caliman Agrícola S/A, no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo.

Os mamoeiros foram transplantados no campo nos períodos de fevereiro de 2000, março e abril de 2000, julho, agosto e setembro de 2000, fevereiro de 2001, março e abril de 2001, junho e julho de 2001, abril de 2002, abril e maio de 2002, junho e julho de 2002, em espaçamento de 3,60x1,40 m, em fileiras simples, totalizando 34 pomares. Desse modo, neste estudo, foram avaliadas 867.000 plantas, em 490 ha. Para avaliar a influência dos fatores ambientais sobre a ocorrência da meleira, foram tomados dados meteorológicos de 2000 a 2004 registrados pela estação meteorológica do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), localizada na Fazenda Experimental de Sooretama a 19,11° sul de latitude e 40,08° oeste de longitude e 30-40 de altitude acima do nível do mar.

### Quantificação da doença

Foram consideradas como plantas sintomáticas aquelas que apresentavam exsudação do látex nas extremidades das folhas mais novas, com queima nas pontas, frutos com exsudação espontânea do látex ou provocados por ferimentos, látex muito fluido, frutos borrados.

Foram realizadas vistorias semanais em todas as áreas até o término da vida útil de cada uma. Assim, a incidência em plantas da meleira nas áreas estudadas foi obtida através da quantificação mensal do número de plantas de mamoeiro erradicadas devido à presença de sintomas da doença em cada área, desde o plantio até o momento de sua eliminação. Entende-se como doente a planta que apresentou, no mínimo, sintomas da meleira em uma folha ou em um fruto.

### Análise da curva de progresso da meleira do mamoeiro

Dos 34 pomares, obtiveram-se 34 curvas de progresso da doença foram caracterizadas e associadas com incidência inicial ( $y_0$ ), incidência máxima de doença ( $y_{max}$ ), período entre o transplante e aparecimento dos sintomas ( $x_0$ ), duração da epidemia ( $x_i$ ), tempo final do período desde o transplante ( $x_f$ ), área abaixo da curva de progresso (AACPD<sub>stand</sub>) e início da produção ( $x_p$ ).

$$AACPD_{stand} = \sum_{i=1}^{n-1} \left[ \left( \frac{y_{i+1} + y_i}{2} \right) x_{i+1} - x_i \right] \quad (1)$$

Com a avaliação de cada área, foram geradas curvas de progresso, sendo cada curva considerada como uma epidemia. Os dados das curvas de progresso da doença foram submetidos à análise de regressão linear em que foram ajustados três modelos empíricos.

Logístico:

$$Y = \frac{\beta_1}{1 + \beta_2 \exp(-r t)} \quad (2)$$

Monomolecular:

$$y = \beta_1 (1 - \beta_2 \exp(-r t)) \quad (3)$$

Gompertz:

$$y = \beta_1 \exp(-\beta_2 \exp(-r t)) \quad (4)$$

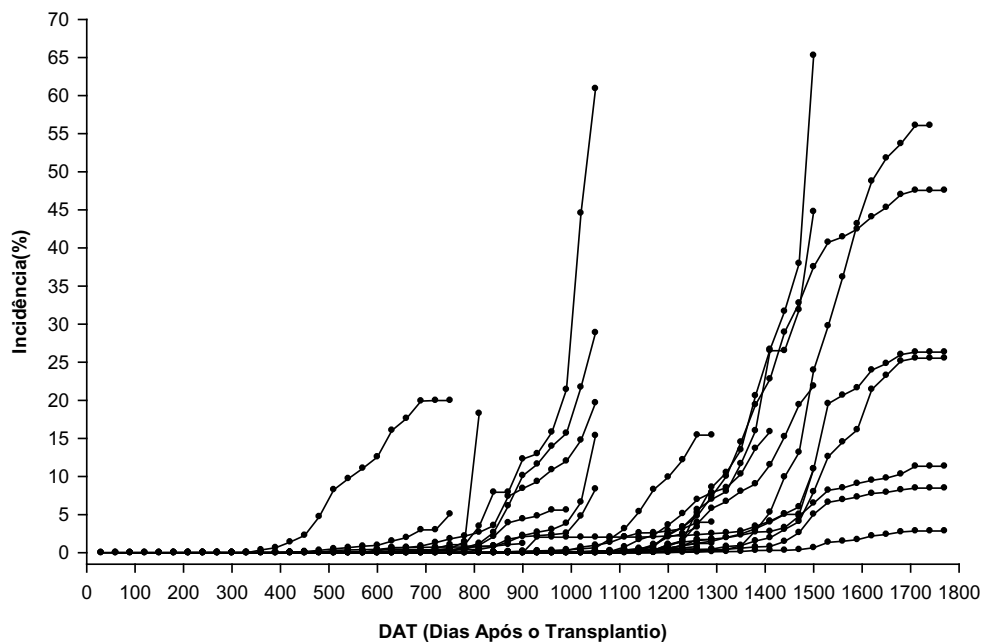
Onde,  $y$  é a incidência da doença,  $\beta_1$  representa a assíntota máxima estimada pelo modelo,  $\beta_2$  é a constante de integração igual a  $(1 - y_0)$ , sendo  $y_0$  a incidência inicial estimada,  $r$  representa a taxa de progresso da doença e  $t$  representa o tempo.

Na seleção do modelo que melhor se ajustou aos dados de incidência da meleira em mamoeiro, levou-se em consideração o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o valor do quadrado médio dos desvios e o gráfico dos resíduos (7). As taxas de progresso  $r$  e os parâmetros  $\beta_1$  e  $\beta_2$  foram as constantes estimadas a partir da regressão linear. Também foram calculadas as áreas abaixo da curva de progresso de incidência da doença (AACPD), por integração trapezoidal, e a partir dessas curvas de progresso, determinou-se a área abaixo da curva de progresso da incidência da doença estandarizada (AACPD<sub>stand</sub>) por meio de integração trapezoidal dividida pelo respectivo período de duração da epidemia, para cada talhão. Todas as análises foram feitas empregando-se o software SAS – Statistical Analysis System (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se diferentes valores de intensidade de meleira nas áreas analisadas, tendo sido observados comportamentos epidemiológicos diferentes para o progresso da doença (Figura 1).

Foi observado que o início ( $x_0$ ), final ( $y_0$ ) e duração ( $x_i$ ) das epidemias ocorreram em média aos 285, 825 e 540 dias após o transplante (DAT), correspondendo aproximadamente a 9, 27 e 18 meses após o transplante. Portanto, o início da produção ( $x_p$ ) média ocorreu aos 279 DAT, aproximadamente 9 meses após o transplante. A incidência em plantas inicial ( $y_0$ ) e final ( $y_{max}$ ) média foram de 0,0580 e 16,8060%. Foi observado ainda uma AACPD<sub>stand</sub> em média de 4,4580 (Tabela 1).



**Figura 1.** Curvas de progresso da incidência (%) em plantas da meleira do mamoeiro em função do tempo (dias após o transplante) para as 34 epidemias nas áreas avaliadas, localizada no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo, plantadas em fevereiro de 2000; março e abril de 2000; julho, agosto e setembro de 2000; fevereiro de 2001; março e abril de 2001; junho e julho de 2001; abril de 2002; abril e maio de 2002 e junho e julho de 2002.

**Tabela 1.** Variáveis determinadas para as 34 epidemias da meleira do mamoeiro nas áreas de produção localizada no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo, plantadas em fevereiro de 2000; março e abril de 2000; julho, agosto e setembro de 2000; fevereiro de 2001; março e abril de 2001; junho e julho de 2001; abril de 2002; abril e maio de 2002 e junho e julho de 2002.

Epidemias	$X_0$	$X_r$	$X_t$	$X_p$	$Y_{0(\%)}$	$Y_{máx(\%)}$	AACPD <sub>STAND</sub>
1	366	820	454	304	0,0392	18,2598	0,8560
2	366	759	393	304	0,3627	19,9755	10,3657
3	366	759	393	366	0,0170	5,0573	1,1885
4	364	790	426	303	0,0049	0,3725	0,0563
5	395	973	578	272	0,0049	5,5931	1,4481
6	303	913	610	303	0,0147	19,6716	4,4048
7	214	913	699	303	0,0049	15,3578	1,3433
8	273	913	640	273	0,0049	28,8775	4,7506
9	183	882	699	242	0,8480	8,3578	1,1567
10	576	698	122	211	0,0049	1,2010	1,0619
11	120	698	578	273	0,0130	60,9118	8,4678
12	337	914	577	275	0,0026	3,9935	1,2324
13	153	914	761	275	0,0026	1,2219	0,2113
14	395	883	488	275	0,0053	15,4278	4,1510
15	395	791	396	306	0,0025	0,6394	0,1927
16	334	791	457	245	0,0053	0,8182	0,2255
17	245	852	607	245	0,0022	0,2443	0,0692
18	334	822	488	304	0,0514	1,7206	0,3492
19	245	791	546	304	0,0051	0,5038	0,1550
20	273	791	518	304	0,0036	3,3529	0,4757
21	215	700	485	274	0,0073	0,1691	0,0386
22	335	580	245	274	0,0058	0,0882	0,0225
23	306	731	425	306	0,1666	65,2696	10,2133
24	306	640	334	306	0,1470	15,8660	6,3200
25	153	701	548	214	0,0073	44,7610	8,8312
26	92	701	609	214	0,0168	10,9832	2,8691
27	276	701	425	276	0,0245	21,8627	6,6849
28	304	945	641	276	0,0049	56,0735	19,2479
29	245	976	731	273	0,0024	15,1593	3,7906
30	273	976	703	273	0,0955	18,0711	5,6268
31	245	945	700	304	0,0588	47,5588	24,6508
32	215	915	700	274	0,0257	26,3272	10,4832
33	215	946	731	274	0,0058	34,8000	9,5992
34	274	915	641	274	0,0042	2,8571	1,0344
<b>Média</b>	<b>285</b>	<b>825</b>	<b>540</b>	<b>279</b>	<b>0,0580</b>	<b>16,8060</b>	<b>4,4580</b>

Incidência inicial ( $y_0$ ), incidência máxima de doença ( $y_{máx}$ ), período entre o transplante e aparecimento dos sintomas ( $x_0$ ), duração da epidemia ( $x_t$ ), tempo final do período desde o transplante ( $x_r$ ), área abaixo da curva de progresso (AACPD<sub>stand</sub>) e início da produção ( $x_p$ ).

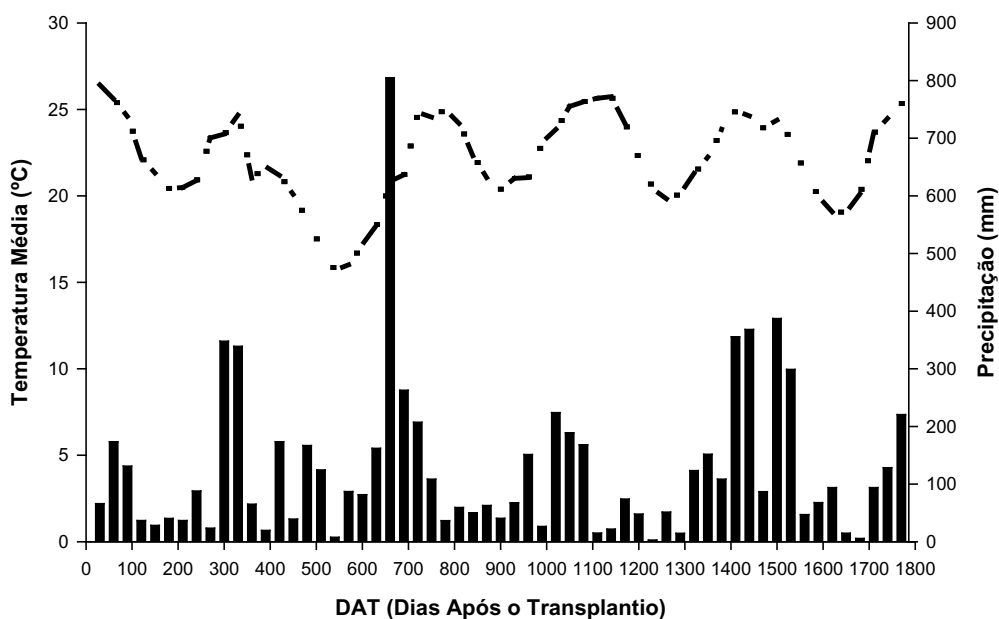
As incidências das 34 epidemias apresentaram relação com a precipitação pluvial e temperatura média mensal, pois o período em que a doença atingiu alta incidência coincidiu com período posterior ao momento em que as precipitações pluviais e temperaturas médias mensais foram baixas, ou seja, após a ocorrência de períodos com pouca chuva e temperaturas amenas (período de inverno), a intensidade da doença aumentou, sugerindo assim, uma possível correlação entre temperatura e precipitação pluvial no desenvolvimento da meleira (Figura 2).

O período do ano, provavelmente, mais favorável ao desenvolvimento da doença são os meses mais frios e secos do ano, enquanto os meses

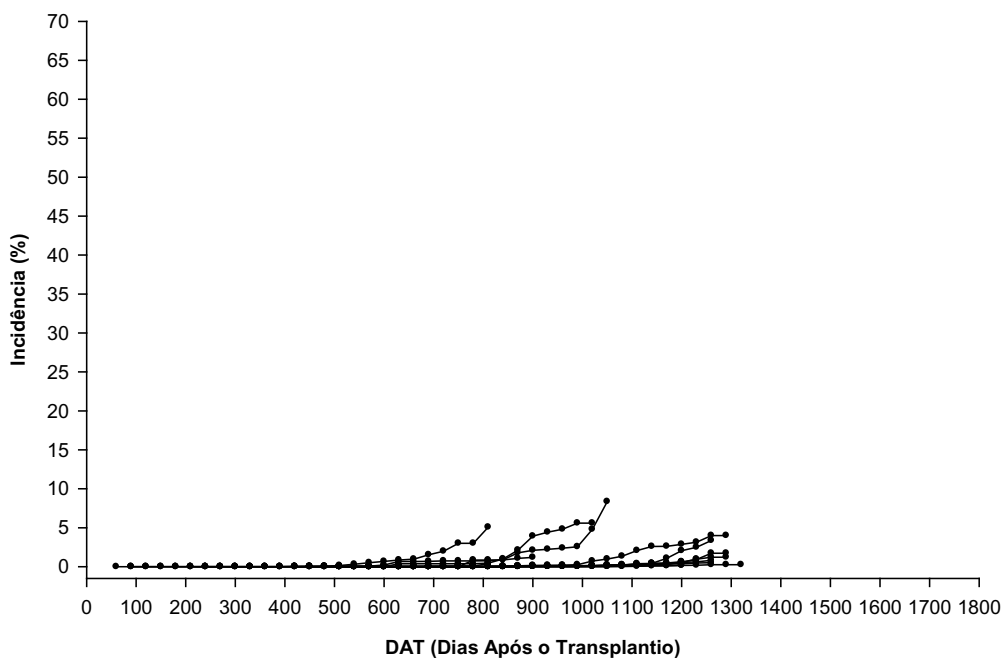
mais quentes e chuvosos favorecem a atenuação dos sintomas, o que faz com que a intensidade da meleira seja baixa.

A ausência dos sintomas da meleira permitiu a permanência da planta durante os meses quentes e chuvosos do ano, servindo de fonte de inóculo. Dessa forma, aparentemente os meses quentes e chuvosos impedem ou dificultam o surgimento dos sintomas.

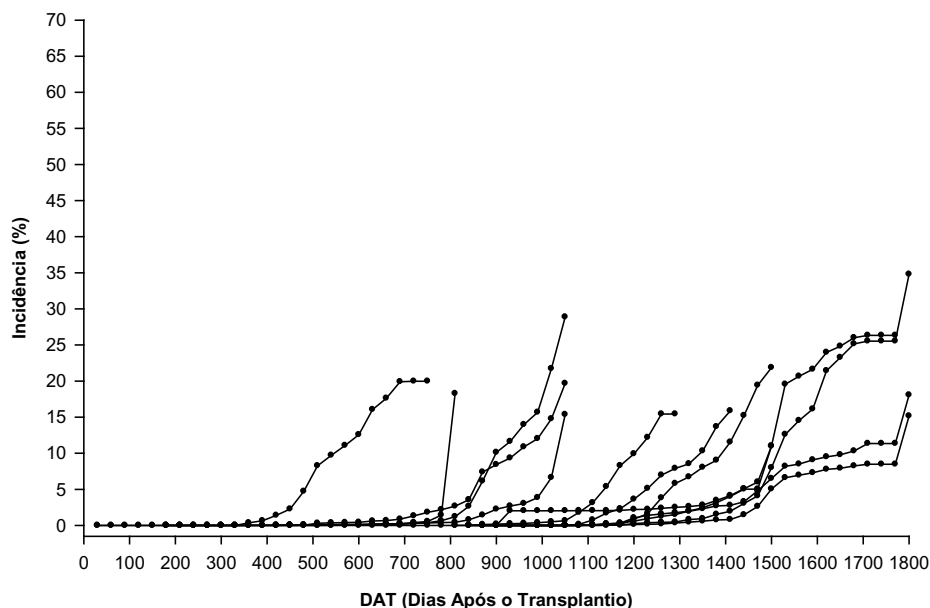
As variações na intensidade da doença geraram três padrões de epidemias, com incidências variando de 0,1 a 8,4% (Figura 3), de 11,0 a 34,8% (Figura 4) e de 45,0 a 65,0% (Figura 5). Isso sugere e reforça o fato de que a vida útil dos pomares provavelmente é limitada pela alta



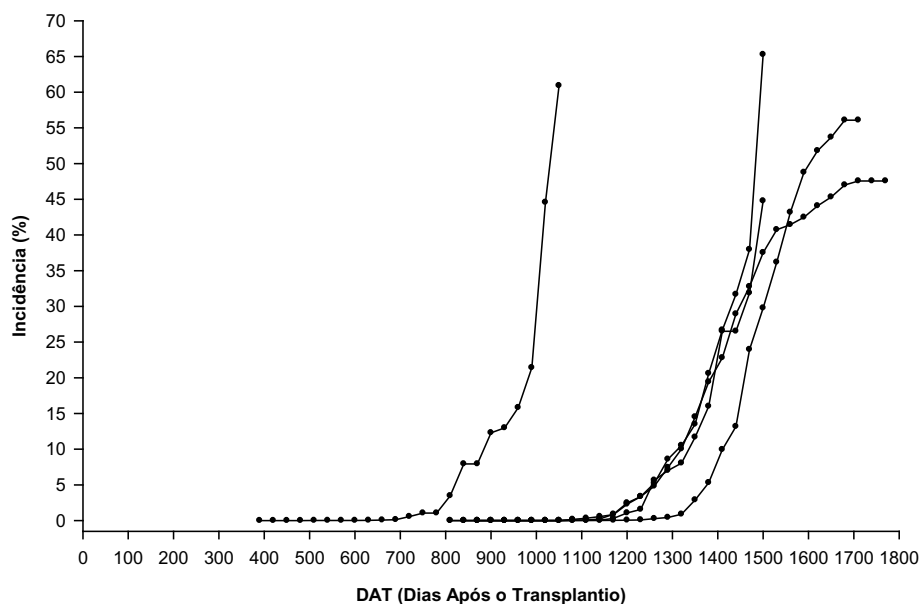
**Figura 2:** Precipitação pluviométrica (barras) e temperatura média (linha tracejada) mensal em função do tempo (dias após o transplante) durante os quatro anos de avaliação das 34 áreas, localizadas no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo.



**Figura 3.** Incidência em plantas (%) da meleira do mamoeiro variando de 0,1 a 8,4 % em função do tempo (dias após o transplante) nas áreas comerciais avaliadas, localizadas no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo.



**Figura 4.** Incidência em plantas (%) da meleira do mamoeiro variando de 11,0 a 34,8% em função do tempo (dias após o transplântio) nas áreas comerciais avaliadas, localizadas no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo.



**Figura 5.** Incidência em plantas (%) da meleira do mamoeiro variando de 45,0 a 65,0% em função do tempo (dias após o transplântio) nas áreas comerciais avaliadas, localizadas no município de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo.

incidência da virose. Além disso, o preço da fruta, preços altos podem influenciar na permanência ou não das áreas cultivadas, ao passo que, preços baixos podem tornar o cultivo inviável devido aos elevados gastos com tratamentos culturais e a baixa produção da área não ser suficiente para manter a cultura. Assim, as empresas e produtores rurais podem preferir erradicar toda a área para não terem maiores perdas e danos.

Foram selecionados os modelos que melhor descreveram as curvas de progresso das 34 epidemias, a saber: 02 epidemias se ajustaram adequadamente ao modelo Monomolecular, 12 delas foi ao modelo Logístico e 20 ao modelo Gompertz, representando em relação ao total de números de epidemia 5,9; 35,3 e 58,8%, respectivamente (Tabela 2).

A principal estratégia de manejo da meleira é baseada na erradicação de plantas sintomáticas, no que é fundamentada a legislação vigente,

no entanto, existe um limite máximo de incidência a partir da qual se inviabiliza economicamente os pomares de mamão.

A erradicação de plantas é a medida de manejo mais eficiente para a meleira do mamoeiro, e essa medida de controle é realizada no campo pelos “mosaiqueiros”. Esses trabalhadores se baseiam na visualização dos sintomas das viroses para realizar a erradicação (11). Vale ressaltar que de acordo com Rodrigues et al. (12) o diagnóstico da doença é feito, principalmente, pela observação dos sintomas visíveis nas folhas jovens e nos frutos. Entretanto aquelas plantas que já estão infectadas, mas assintomáticas não são detectadas pelos “mosaiqueiros”, e podem permanecer no campo durante meses servindo como fonte de inóculo da doença (1, 6, 12). Logo, é possível que essa grande variação na incidência inicial da virose devido à dificuldade de se detectarem

**Tabela 2.** Número de epidemias da meleira do mamoeiro que melhor foram descritas pelos modelos Monomolecular, Logístico e Gompertz variação do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e quadrado médio do desvio (QMR).

Modelo	Número de Epidemias e respectiva porcentagem	$R^2$	QMR
Monomolecular	(5,9%) 02	0.97681 - 0.95386	0.00319889 - 0.00017975
Logístico	(35,3%) 12	0.98337 - 0.75726	0.92717072 - 0.00617414
Gompertz	(58,8%) 20	0.98181 - 0.53606	0.01678794 - 0.00985208

sintomas, esteja ligada à dificuldade de detecção dos sintomas iniciais da doença, o que poderá influenciar significativamente na fonte de inóculo da virose aqui estudada.

As primeiras erradicações de plantas infectadas ocorreram a partir de 92 DAT e as mais tardias iniciaram-se aos 395 dias após o transplante (Tabela 1). Esse fato é relevante uma vez que a meleira normalmente se manifesta no campo após o período de sexagem, processo esse realizado por ocasião do início do florescimento, em torno de três a quatro meses após o plantio em campo (6). Nesse mesmo período os pecíolos e as margens das folhas novas apresentam exsudação de látex translúcido e pouco leitoso, provocando queima das pontas (15).

Esses resultados estão condizentes com os encontrados por Ventura et al. (15), que constataram que os primeiros sintomas da doença foram observados em plantas com idade entre 5 a 20 meses após o plantio no campo, inoculadas em condições artificiais e naturalmente infectadas. Esse é o mesmo período em que os primeiros sintomas foram observados nas plantas como necroses nas pontas (ápices) das folhas mais novas, evoluindo para a roseta foliar, pecíolos e axila foliar, onde há exsudação espontânea de látex que ao oxidar-se apresenta aspecto de “borra”. E essa exsudação aparece somente após a abertura da flor.

Andrade et al. (3) avaliaram diferentes métodos de inoculação da meleira em plantas jovens de mamão verificaram que 15 dias após a inoculação das plantas com o vírus foi detectada a presença do dsRNA no látex das plantas. Enquanto que Ventura et al. (14) observaram sintomas da doença 45 dias aproximadamente após a inoculação do látex de plantas doentes no ápice de mamoeiros sadios.

Através dessas evidências sugere-se que a frequência de erradicação das plantas doentes talvez não esteja adequada, ou seja, a frequência de passagem dos “mosaiqueiros” deve ser aumentada, ou seja, diminuir o intervalo entre visitas. Sugerindo que passar nos talhões uma vez por semana identificando e erradicando as plantas com meleira não seja mais suficiente para garantir uma eliminação eficaz. Tal fato tem relação com o que foi encontrado por Barbosa et al. (4), onde esses autores verificaram em estudo sobre a incidência e distribuição do Cancro cítrico em São Paulo que a adoção do processo de erradicação feita com maior rigor e maior frequência por pessoas treinadas foi suficiente para identificar com maior precisão as plantas doentes nos pomares cítricos.

No presente trabalho verificou-se que os três padrões de epidemia apresentaram relação com precipitação pluvial e temperatura média mensal, pois o período de maior incidência da doença ocorre após um período no qual a precipitação e temperatura média mensal foram mais elevadas. Ventura et al. (15) observaram que temperaturas elevadas entre os meses de dezembro a março podem fazer com que os sintomas não fiquem visíveis. Já Vidal et al. (16) verificaram maior incidência de plantas doentes entre os meses de março e julho.

Pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de determinar o

efeito da temperatura sobre os sintomas de mais doenças. Mangrauthia et al. (9) observaram que temperaturas acima ou abaixo de 10°C da temperatura ambiente de 26 a 31°C fazem com que os sintomas do mosaico sejam suprimidos, porém não se sabe qual mecanismo esteja diretamente envolvido, entretanto, sabe-se que a temperatura influencia a conformação das proteínas dos RNAs virais.

Outro aspecto importante para um melhor manejo da meleira é o possível envolvimento de insetos vetores na transmissão da doença. Em busca de resposta a isso Lima et al. (8) obtiveram relação positiva entre plantas erradicadas com sintomas de meleira e a população de cigarrinhas nas lavouras, o que fortalece a suposição do envolvimento de cigarrinhas como possíveis vetores da meleira.

A época do ano que provavelmente mais favorece o desenvolvimento da doença são os meses mais frios e secos do ano, enquanto os meses mais quentes e chuvosos favorecem a supressão e/ou atenuação dos sintomas. Esse fato provavelmente pode ser explicado pelo fato da erradicação das plantas só ser realizada após o surgimento dos primeiros sintomas, pois as altas temperaturas estariam suprimindo os sintomas iniciais o que provavelmente favoreceu a multiplicação da fonte de inóculo, assim, quando as áreas passam pelas temperaturas e precipitações de inverno, que não dificultam a expressão dos sintomas o nível de incidência eleva-se.

De acordo com Amorim et al. (2) o momento da infecção não pode ser inferido a partir da visualização dos sintomas, pois o estágio fenológico do órgão afetado tem pouca relação com o momento da infecção.

Tatagiba et al. (13) observaram que com a redução da temperatura a partir do mês de março, registrou-se um aumento da porcentagem de plantas com necrose nas folhas novas, atingindo o máximo em junho, com 100% de plantas sintomáticas. Os mesmos autores afirmaram que a temperatura interfere na manifestação dos sintomas da meleira, havendo necessidade de se ter maior cuidado com a execução da eliminação nos meses mais quentes. No caso da meleira, a ausência de sintomas permite a permanência da planta durante os meses quentes e chuvosos do ano, servindo assim de fonte de inóculo.

É provável então que realmente exista uma relação positiva entre o período do ano de maior incidência da doença com períodos de baixas precipitações e temperaturas, e associado a esse período também uma maior flutuação do inseto vetor. Aparentemente existe correlação entre clima, meleira e vetor, mas para isso ser afirmado é necessário realizar-se estudos específicos de transmissão em condições controladas.

As epidemias de meleira do mamoeiro no Norte do Estado do Espírito Santo apresentaram grande variabilidade, desde 0,1 a 8,4%, de 11,0 a 34,8% e de 45,0 a 65,0%.

Para a região de Linhares no Norte do Estado do Espírito Santo o modelo que melhor se ajustou foi o de Gompertz, em 58,8% das epidemias analisadas.



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Caliman Agrícola S/A pela autorização para usar a coleta de dados em suas áreas de produção. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pelo apoio nas pesquisas.”

## REFERENCIAS

1. Abreu, P.M.V.; Antunes, T.F.S.; Magaña-Álvarez, A.; Pérez-Brito, D.; Tapiá-Tussell, R.; Ventura, J.A.; Fernandes, A.A.R.; Fernandes, P.M.B. A Current Overview of the Papaya mealeira virus, an Unusual Plant Virus. **Viruses**, Basel, v.7, n.4, p.1853-1870, 2015.
2. Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Hau, B. Progresso temporal e distribuição de doenças quiescentes de frutíferas. In: Workshop de epidemiologia de doenças de plantas, 2., 2007, Campos do Jordão. **Palestras**. Campos do Jordão: USP, 2007. p.102-106.
3. Andrade, J.S.; Ventura, J.A.; Rodrigues, S.P.; Fernandes, P.M.B.; Tatagiba, J.S.; Costa, H. Avaliação de diferentes métodos de inoculação da meleira em plantas jovens de mamão. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.2, n.1, p.288-288, 2003.
4. Barbosa, C.J.; Patrocínio, E.; Habibe, T.C.; Nascimento, A.S.; Matrango, W.J.R. Detecção de formas replicativas de vírus em plantas de mamoeiro inoculadas com látex de plantas afetadas pela meleira. **Biotemas**, Florianópolis, v.13, n.1, p.47-53, 2000.
5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 04, de 01 de março de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 mar. 2002. Seção 1, p.2.
6. Costa, A.F.S.; Costa, A.N.; Santos, F.A.M.; Barreto, F.C.; Zuffo, V.J. Manejo das doenças do mamoeiro. In: Martins, D.S.; Costa, A.F.S. (Ed.). **A cultura do mamoeiro**: tecnologia de produção. Vitória: Incaper, 2003. p.125-159.
7. Jesus Junior, W.C.; Vale, F.X.R.; Coelho, R.R.; Paul, P.A.; Hau, B.; Bergamin Filho, A.; Zambolim L.; Berger R.D. Relationships between angular leaf spot, healthy leaf area, effective leaf area and yield of *Phaseolus vulgaris*. **European Journal of Plant Pathology**, v.109, p.625-632, 2003.
8. Lima, R.C.A.; Lima, J.A.A.; Souza Júnior, M.T.; Pio-Ribeiro, G.; Andrade, G.P. Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.26, n.4, p.689-702, 2001.
9. Mangrauthia, S.K.; Shakya, V.P.S.; Jain, R.K.; Praveen, S. Ambient temperature perception in papaya for papaya ringspot virus interaction. **Virus Genes**, Berlin, v.38, n.1, p.429-434, 2009.
10. Marin, S.L.D.; Silva, J.G.F. Aspectos econômicos e mercados para a cultura do mamoeiro do grupo Solo na região Norte do Espírito Santo, in 1995. In: Mendes, L.G.; Dantas, J.L.L.; Morales, C.F.G. (Ed.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas: EUFBA/EMBRAPACNPMF, 1996. p.7-20.
11. Rezende, J.A.M.; Moreira, A.G.; Moretti, E.R.; Ventura, J.A.; Costa, H.; Martins, M.V.V.; Rodrigues, C.H. Roguing para o controle do mosaico do mamoeiro no Estado do Espírito Santo: um caso de sucesso e perspectivas. In: Martins, D.S. (Ed.). **Papaya Brasil**: qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória: Incaper, 2007. p.101-111.
12. Rodríguez, D.; Tornet, Y.; Alonso, M.; Valero, L.; Peña, I.; Figueira, A.R.; Ramos, R. Severidade da mancha anelar do mamoeiro em diferentes genótipos do grupo solo introduzidos em Cuba. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Tocantins, v.2, n.4, p.28-36, 2011.
13. Tatagiba, J.S.; Ventura, J.A.; Costa, H.; Costa, A.F. Evolução temporal dos sintomas da meleira do mamoeiro associada às condições climáticas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.214, 2002.
14. Ventura, J.A.; Costa, H.; Tatagiba, J.S. Papaya diseases and integrated control. In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.). **Diseases of fruits and vegetables**: diagnosis and management. London: Klumer Academic Publishers, 2004. p.201-268.
15. Ventura, J.A.; Costa, H.; Tatagiba, J.S. Sintomatologia da meleira do mamoeiro e sua importância para o roguing. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.1. p.536-536, 2001.
16. 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.1, p.276-281, 2004.