

Incidência da Mancha Anelar em Acessos de Mamoeiro sob Infecção Natural



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
150**

**Incidência da Mancha Anelar em Acessos
de Mamoeiro sob Infecção Natural**

*Ana Maria Pereira Bispo de Castro
Josimare Queiroz da Conceição
Malena Andrade Nogueira
Carlos Alberto da Silva Ledo
Antonio Leandro da Silva Conceição
Paulo Ernesto Meissner Filho*

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2023

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac.

Comitê Local de Publicações

Presidente

Eduardo Chumbinho de Andrade

Secretário-Executivo

Maria da Conceição Pereira da Silva

Membros

*Ana Lúcia Borges, Áurea Apolinário de
Albuquerque Gerum, Cinara Fernanda Garcia
Morales, Harllen Sandro Alves Silva, Herminio
Souza Rocha, Jailson Lopes Cruz, Paulo
Ernesto Meissner Filho, Tatiana Góes Junghans*

Supervisão editorial

Eduardo Chumbinho de Andrade

Revisão de texto

Michelle Espíndola Batista

Normalização bibliográfica

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro Perrone

Tratamento das ilustrações

Anapaula Rosário Lopes

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Anapaula Rosário Lopes

Foto da capa

*Paulo Ernesto Meissner Filho***1ª edição**

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Incidência da mancha anelar em acessos de mamoeiro sob infecção natural /
Ana Maria Pereira Bispo de Castro... [et. al.]. – Cruz das Almas, BA: Embrapa
Mandioca e Fruticultura, 2023.

PDF (23 p.) : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa
Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003 ; 150).

1. Mamão. 2. Doença de planta. I. Castro, Ana Maria Pereira Bispo de. II.
Conceição, Josimare Queiroz da. III. Nogueira, Malena Andrade. IV. Ledo, Carlos
Alberto da Silva. V. Conceição, Antonio Leandro da Silva. VI. Meissner Filho,
Paulo Ernesto. VII. Título. VIII. Série.

CDD 634.651

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro Perrone (CRB-5/1161) ©Embrapa 2023

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	15
Conclusões.....	21
Referências	21

Incidência da Mancha Anelar em Acessos de Mamoeiro sob Infecção Natural

Ana Maria Pereira Bispo de Castro¹

Josimare Queiroz da Conceição²

Malena Andrade Nogueira³

Carlos Alberto da Silva Ledo⁴

Antonio Leandro da Silva Conceição⁵

Paulo Ernesto Meissner Filho²⁶

Resumo – A mancha anelar é a mais destrutiva e devastadora doença da cultura do mamão. Este trabalho visou a avaliar a incidência da mancha anelar em acessos de mamoeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura (BAG-Mamão) e a identificar possíveis acessos resistentes ao PRSV-P, sob infecção natural. Para tanto, foram estabelecidos dois experimentos. O primeiro, instalado em dezembro de 2016, foi o delineamento experimental que ocorreu em blocos casualizados com 30 acessos divididos em quatro blocos, sendo cada parcela experimental composta de seis plantas. Essas plantas foram avaliadas mensalmente quanto à incidência da mancha anelar, observando-se os seguintes sintomas: clareamento das nervuras, mosaico, distorção das folhas jovens, estrias nos pecíolos e anéis nos frutos. O segundo experimento, implantado em julho de 2016, foi desenvolvido no BAG-Mamão, em que foram avaliados 117 acessos e quatro cultivares de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa (Golden, Rubi, Sunrise solo e Tainung nº 1), compostos de uma fileira de 11 plantas. Os dados de incidência obtidos foram submetidos à análise multivariada de agrupamento, considerando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade com base nos dados padronizados.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências Agrárias, professora da Casa Familiar Rural de Presidente Tancredo Neves (CFR-PTN), Presidente Tancredo Neves, BA.

² Bióloga, bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial do CNPq - Nível C, Cruz das Almas, BA.

³ Engenheira-agrônoma, mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias - UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador A da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

⁵ Doutor em Ciências Agrárias, INEMA - Instituto do meio ambiente e recursos hídricos, Salvador, BA.

⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Virologia, pesquisador A da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

Os agrupamentos hierárquicos a partir da matriz de distância foram obtidos pelo método Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA). A validação dos grupos foi determinada por meio do coeficiente de correlação cofenético e o critério para definição do número de grupos foi baseado no pacote “NbClust” do programa R. Os resultados mostraram haver acessos do BAG-Mamão (CMF002, CMF004, CMF005, CMF011, CMF115, CMF118 e CMF123) promissores para realização de pesquisas posteriores, testando a resistência, bem como para o melhoramento genético por meio de cruzamentos.

Termos para indexação: PRSV-P, *Carica papaya* L., viroses.

Incidence of the Ring Spot on Papaya Accesses under Natural Infection

Abstract – Ring spot is the most destructive and devastating disease of papaya culture. This work aimed to evaluate the incidence of the ring spot in papaya accessions of the Active Bank of Germplasm of Embrapa Mandioca and Fruticultura (BAG-Mamão) and to identify possible accessions resistant to PRSV-P under natural infection. For this, two experiments were established. The first was installed in December 2016, the experimental design was in randomized blocks with 30 accessions divided into 4 blocks, with each experimental plot consisting of 6 plants. The plants were evaluated monthly for the incidence of the ring spot, the following symptoms were observed: whitening of the veins, mosaic, distortion of young leaves, streaks on the petioles and rings on the fruits. The second experiment was carried out at BAG-Mamão, implanted in July 2016, in which 117 accessions and 4 cultivars (Golden, Rubi, Sunrise solo and Tainung nº 1) of papaya of the groups Solo and Formosa, composed of a row of 11 plants. The obtained incidence data were submitted to multivariate cluster analysis, considering the Euclidean distance as a measure of dissimilarity based on standardized data. Hierarchical groupings from the distance matrix were obtained using the UPGMA method. The validation of the clusters was determined by means of the cophenetic correlation coefficient and the criterion for defining the number of groups was based on the “NbClust” package of the R program. The results showed that BAG-Mamão’s accessions are promising for further research. The accessions CMF002, CMF004, CMF005, CMF011, CMF115, CMF118, CMF123 are promising for carrying out further research testing resistance, as well as for genetic improvement through crosses.

Index terms: PRSV-P, *Carica papaya* L., viruses.

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura de grande importância para o Brasil, que representa o segundo maior produtor mundial da fruta, com uma produção anual de 1,6 milhões de toneladas e área cultivada de, aproximadamente, 32 mil hectares (FAO, 2017). Sua produção concentra-se nos estados da Bahia, possuindo a segunda maior produção com 337.151 toneladas, e do Espírito Santo (IBGE, 2017).

A mancha anelar é a mais destrutiva e devastadora doença da cultura do mamão. Tornou-se um grande impedimento para os produtores e um desafio para os pesquisadores de todo o mundo (Pushpa et al., 2019). É causada pelo vírus *Papaya ringspot virus* (PRSV-P), transmitido de forma não persistente por afídeos (Costa, 2003; Ventura et al., 2004).

Todos os estágios de crescimento do mamão são vulneráveis e exibem sintomas a partir de duas a três semanas após a infecção por PRSV-P (Pushpa et al., 2019). A manifestação nas folhas consiste em mosaico proeminente e clorose, com estrias oleosas nos pecíolos e na parte superior do tronco. Sintomas severos incluem distorção das folhas jovens, que podem resultar em deformações em forma de cordões de sapato, semelhantes a danos ocasionados por ácaros; anéis nos frutos e redução da produção e qualidade dos frutos (Meissner Filho et al., 2000; Gonsalves et al., 2010).

A redução do rendimento comercial do mamão fez com que os estudos de resistência a vírus focassem, principalmente, no PRSV-P, exigindo alternativas para o desenvolvimento de variedades resistentes a esses vírus (Ordaz-Pérez et al., 2017). Ainda não há resistência conhecida ao PRSV, embora certas variedades sejam mais sintomáticas que outras e não exista uma medida de controle curativo absoluto, disponível por métodos convencionais (Chalak et al., 2017).

No Brasil, as tentativas de controle por meio do uso de variedades resistentes e com a proteção cruzada não têm apresentado sucesso na contenção ampla e duradoura da doença. A melhor solução encontrada para evitar a disseminação e controlar a virose tem sido a erradicação precoce das plantas infectadas, amparada pela legislação nacional (Brasil, 2010).

Além disso, a incidência da doença é afetada por diversos fatores, entre eles o genótipo do hospedeiro, a severidade das estirpes virais, as condições climáticas, a presença de vetores e as culturas associadas (Rodríguez et al., 2011). Portanto, as variedades de mamão resistentes a PRSV devem ser desenvolvidas individualmente para as várias regiões de cultivo, considerada a melhor estratégia para o controle eficiente da doença em longo prazo (Fermin et al., 2010).

A melhor forma de garantir o melhoramento para a cultura é contar com um banco genético procedente de materiais locais e introduzidos do exterior é, que permitiria selecionar e obter genótipos promissores resistentes ao PRSV-P e com características morfo-agronômicas favoráveis (Alonso et al., 2009; Rodríguez et al., 2011).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a incidência da mancha anelar em acessos de mamoeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura e identificar possíveis acessos resistentes ao PRSV-P em condições de campo e de infecção natural pelo vírus.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em áreas distintas do Campo Experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, Bahia. O primeiro experimento foi implantado em dezembro de 2016. Foram avaliadas duas cultivares (Golden e Rubi), sete linhagens (L33, L36, L45, L54, L60, L72, L74) e os híbridos H10x26, H10x54, H10x83, H26x72, H33x36, H33x56, H52x54, H52x72, H52x83, H54x74, H54x78, H56x52, H56x60, H56x74, H58x74, H60x74, H60x83, H78x 84, VIGx54, VIGx72, VIGx78, totalizando 30 acessos (Tabela 1). Foram plantadas, em cada cova, três mudas com aproximadamente 20 cm de altura para assegurar que, após a sexagem, houvesse pelo menos uma planta hermafrodita por cova. No plantio foi utilizado o espaçamento 3 m x 2 m, totalizando 720 plantas e perfazendo uma área total de 4320 m². O delineamento experimental em blocos casualizados foi constituído de 30 acessos com quatro blocos, sendo 13 do grupo Formosa e 17 do Solo, totalizando 52 parcelas para o experimento primeiro e 68 para o segundo, em que cada parcela experimental foi composta de seis plantas. As avaliações da incidência foram realizadas mensalmente, no período de abril de 2017 (quatro meses após o transplântio) a dezembro de 2017 (11 mês após o transplântio).

O segundo experimento, implantado em julho de 2016, foi conduzido no Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão). Foram avaliados 117 acessos de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa e quatro cultivares (Golden, Rubi, Sunrise, Tainung nº 1) (Tabela 2). Foram plantadas, em cada cova, três mudas com aproximadamente 20 cm de altura para assegurar que, após a sexagem, houvesse pelo menos uma planta hermafrodita por cova. Os acessos e as cultivares foram dispostos em fileiras de 11 plantas, totalizando 1.331. As avaliações da incidência foram realizadas mensalmente no período de abril de 2017 (nove meses após o transplântio) a março de 2018 (20 meses após o transplântio).

Tabela 1. Acessos pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura avaliados em campo para resistência à mancha anelar, experimento 1, Cruz das Almas, Bahia.

Acesso	Grupo	Acesso	Grupo
10x54	Formosa	10x26	Solo
10x83	Formosa	26x72	Solo
33x36	Formosa	52x54	Solo
36x56	Formosa	52x72	Solo
56x74	Formosa	52x83	Solo
58x74	Formosa	54x74	Solo
L33	Formosa	54x78	Solo
L36	Formosa	56x52	Solo
L45	Formosa	56x60	Solo
VIGx54	Formosa	60x74	Solo
VIGx72	Formosa	60x83	Solo
VIGx78	Formosa	78x84	Solo
Rubi	Formosa	L54	Solo
		L60	Solo
		L72	Solo
		L74	Solo
		Golden	Solo

Tabela 2. Descrição dos acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura avaliados em campo para resistência à mancha anelar, experimento 2, Cruz das Almas, Bahia.

Cód. Local	Nome científico	Nome comum	Origem	Grupo
CMF002	<i>C. papaya</i> L. ¹	DCG439-1	Costa Rica	Formosa
CMF003	<i>C. papaya</i> L.	DCG423-5	Taiwan	Formosa
CMF004	<i>C. papaya</i> L.	DCG424-4	Havaí	Formosa
CMF005	<i>C. papaya</i> L.	Solo Linha IX	Havaí	Solo
CMF006	<i>C. papaya</i> L.	Solmar	Havaí/Taiwan	Solo
CMF008	<i>C. papaya</i> L.	DCG593-10	Malasia	Formosa
CMF011	<i>C. papaya</i> L.	DCG440-3	Costa Rica	Formosa
CMF012	<i>C. papaya</i> L.	DCG595-6	Malasia	Solo
CMF014	<i>C. papaya</i> L.	DGC590-8	Malasia	Solo
CMF015	<i>C. papaya</i> L.	DCG586-3	Malasia	Formosa
CMF017	<i>C. papaya</i> L.	DCG424-7	Taiwan	Formosa
CMF018	<i>C. papaya</i> L.	DCG424-6	Taiwan	Formosa
CMF020	<i>C. papaya</i> L.	DCG424-4 x 439-1	x	Formosa
CMF021	<i>C. papaya</i> L.	Solsun	x	Solo
CMF022	<i>C. papaya</i> L.	DCG590-3 - Sunrise	Malasia	Solo
CMF023	<i>C. papaya</i> L.	DCG590-2	Malasia	Formosa
CMF024	<i>C. papaya</i> L.	Conchita	Costa Rica	Formosa
CMF026	<i>C. papaya</i> L.	DCG422-4	Taiwan	Formosa
CMF027	<i>C. papaya</i> L.	DCG432	x	Solo
CMF028	<i>C. papaya</i> L.	DCG439	Costa Rica	Formosa
CMF030	<i>C. papaya</i> L.	DCG434-4	x	Formosa
CMF031	<i>C. papaya</i> L.	DCG441	Costa Rica	Formosa
CMF033	<i>C. papaya</i> L.	DCG539	x	Formosa
CMF035	<i>C. papaya</i> L.	F.R.F&GPSILVA 200	x	Formosa
CMF036	<i>C. papaya</i> L.	GuineaGoldxSel.Mexi.	Brasil	Solo
CMF037	<i>C. papaya</i> L.	HelenaxRedsolo	x	Solo
CMF038	<i>C. papaya</i> L.	JS3 OU JSE	Brasil	Formosa
CMF041	<i>C. papaya</i> L.	JS12	Brasil	Formosa
CMF044	<i>C. papaya</i> L.	JS21	Brasil	Formosa

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Cód. Local	Nome científico	Nome comum	Origem	Grupo
CMF046	<i>C. papaya</i> L.	S3	Brasil	Formosa
CMF047	<i>C. papaya</i> L.	S15	Brasil	Formosa
CMF050	<i>C. papaya</i> L.	S7	Brasil	Solo
CMF051	<i>C. papaya</i> L.	S14	Brasil	Solo
CMF052	<i>C. papaya</i> L.	SOLO	Brasil	Solo
CMF054	<i>C. papaya</i> L.	PR-10-65 x Tailândia	Havaí	Formosa
CMF055	<i>C. papaya</i> L.	Tailândia	Brasil	Formosa
CMF056	<i>C. papaya</i> L.	72-12 x Maradol	Brasil	Solo
CMF058	<i>C. papaya</i> L.	K77	Havaí	Solo
CMF060	<i>C. papaya</i> L.	Sunrise Cross 2	Havaí	
CMF065	<i>C. papaya</i> L.	K77xJSI2	Brasil	Solo
CMF066	<i>C. papaya</i> L.	WARWICK	x	Formosa
CMF067	<i>C. papaya</i> L.	JS17	Brasil	Formosa
CMF069	<i>C. papaya</i> L.	S19	Brasil	Formosa
CMF072	<i>C. papaya</i> L.	FERREIRA 87	x	Solo
CMF075	<i>C. papaya</i> L.	Galpão	Brasil	
CMF076	<i>C. papaya</i> L.	Manga-Mourão	x	Formosa
CMF077	<i>C. papaya</i> L.	Hawai-Mirim	Havaí	Solo
CMF078	<i>C. papaya</i> L.	Baixinho de S. Amália	x	Solo
CMF079	<i>V. cauliflora</i> J. ²	Cauliflora	x	x
CMF082	<i>C. papaya</i> L.	Hortus Gold	África do Sul	Solo
CMF087	<i>C. papaya</i> L.	Waimanalo	x	Solo
CMF088	<i>C. papaya</i> L.	Kapoho purple	x	Solo
CMF090	<i>C. papaya</i> L.	CP	x	Solo
CMF092	<i>C. papaya</i> L.	Kapoho Green	x	
CMF094	<i>C. papaya</i> L.		Brasil	
CMF099	<i>V. quercifolia</i> II ³		Brasil	
CMF102	<i>C. papaya</i> L.		Brasil	
CMF104	<i>C. papaya</i> L.		África do Sul	
CMF108	<i>C. papaya</i> L.	SEED546	África do Sul	
CMF114	<i>C. papaya</i> L.	SEED1216	África do Sul	
CMF115	<i>C. papaya</i> L.	SEED1250	África do Sul	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Cód. Local	Nome científico	Nome comum	Origem	Grupo
CMF116	<i>C. papaya</i> L.	SEED1291	África do Sul	
CMF120	<i>C. papaya</i> L.	Faz. Caminhoá	Brasil	
CMF121	<i>C. papaya</i> L.		x	
CMF123	<i>C. papaya</i> L.	Vermelho Thai	Tailândia	
CMF129	<i>C. papaya</i> L.		Brasil	
CMF130	<i>C. papaya</i> L.		x	
CMF131	<i>C. papaya</i> L.		x	
CMF132	<i>C. papaya</i> L.		Hawai.	
CMF133	<i>C. papaya</i> L.	Line 356	Hawai	
CMF135	<i>C. papaya</i> L.		x	
CMF139	<i>C. papaya</i> L.	Sergipe Verde x 17	Brasil	
CMF142	<i>C. papaya</i> L.	16x17	x	
CMF145	<i>C. papaya</i> L.	Sergipe Verde x 6	x	
CMF146	<i>C. papaya</i> L.	16x6	x	
CMF150	<i>C. papaya</i> L.	Golden	Brasil	
CMF152	<i>C. papaya</i> L.		x	
CMF157	<i>C. papaya</i> L.	FRF1423	Brasil	
CMF164	<i>J. spinosa</i> ⁴	FRF1434	Brasil	
CMF165	<i>J. spinosa</i>	FRF1435	Brasil	
CMF166	<i>C. papaya</i> L.	FRF1436	Brasil	
CMF172	<i>C. papaya</i> L.	FRF1442	Brasil	
CMF175	<i>C. papaya</i> L.	FRF1445	Brasil	Formosa
CMF176	<i>C. papaya</i> L.	FRF1446	Brasil	
CMF177	<i>J. spinosa</i>	FRF1447	Brasil	Formosa
CMF180	<i>C. papaya</i> L.	FRF1421	Brasil	
CMF183	<i>C. papaya</i> L.	FRF1427	Brasil	
CMF185	<i>C. papaya</i> L.	FRF1431	Brasil	
CMF186	<i>C. papaya</i> L.	FRF1434	Brasil	
CMF187	<i>C. papaya</i> L.	FRF1435	Brasil	
CMF188	<i>C. papaya</i> L.	FRF1436	Brasil	
CMF204	<i>C. papaya</i> L.	FRF1473	Brasil	
CMF207	<i>C. papaya</i> L.	FRF1479	Brasil	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Cód. Local	Nome científico	Nome comum	Origem	Grupo
CMF210	<i>C. papaya</i> L.	FRF1484	Brasil	
CMF211	<i>C. papaya</i> L.	FRF1485	Brasil	
CMF219	<i>C. papaya</i> L.	FRF1507	Brasil	
CMF220	<i>C. papaya</i> L.	FRF1508	Brasil	
CMF223	<i>C. papaya</i> L.	FRF1520	Brasil	
CMF230	<i>C. papaya</i> L.	Ouromel	Brasil	Solo
CMF232	<i>C. papaya</i> L.	M5	Brasil	Solo
CMF233	<i>C. papaya</i> L.	BS – Gondo	Brasil	Solo
CMF234	<i>C. papaya</i> L.	BS – Faz. SF	Brasil	Solo
CMF235	<i>C. papaya</i> L.	–JTA	Brasil	Solo
CMF245	<i>C. papaya</i> L.	Híbrido Tainung 1	Nicaragua	
CMF246	<i>C. papaya</i> L.		Brasil	
CMF247	<i>C. papaya</i> L.		Brasil	

¹*Carica papaya* L. ²*V. cauliflora* J. ³*V. quercifolia* Il. ⁴*Jaracatia spinosa*

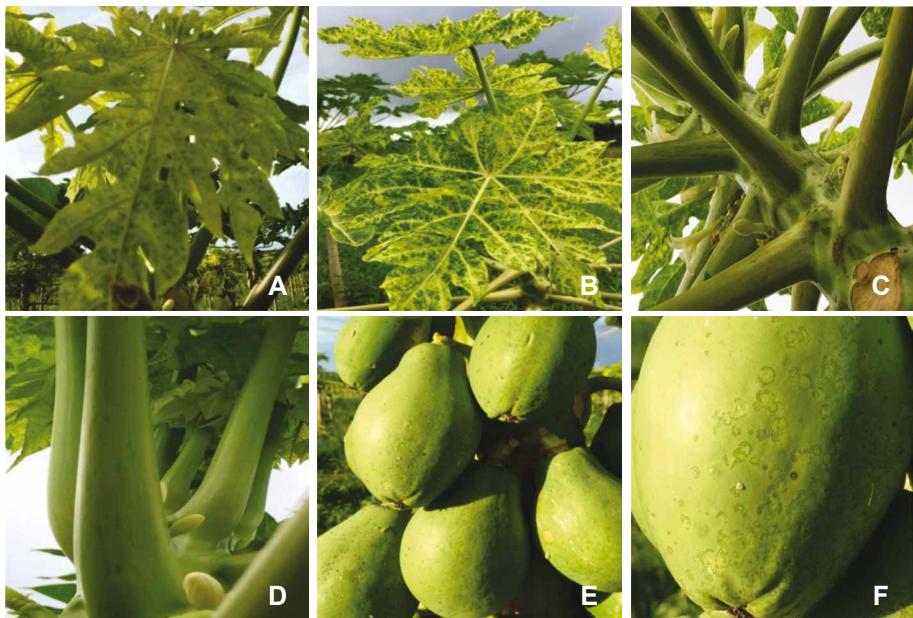
Todas as plantas foram monitoradas visualmente para a identificação dos sintomas característicos do PRSV-P e foram observados os seguintes: clareamento das nervuras, mosaico, distorção das folhas jovens, estrias nos pecíolos e anéis nos frutos. Foram feitas avaliações verificando a presença e a ausência de sintomas de mancha anelar nas plantas, determinando, para cada acesso, o percentual de plantas que apresentaram sintomas da virose.

Com os dados das porcentagens de plantas afetadas por acesso durante os meses de avaliação, foi realizada a análise multivariada de agrupamento, considerando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade a partir dos dados padronizados. Os agrupamentos hierárquicos a partir da matriz de distância foram obtidos pelo método UPGMA e a validação dos agrupamentos foi determinada por meio do coeficiente de correlação cofenético (Sneath; Sokal, 1973; Sokal; Rohlf, 1962). O critério para definição do número de grupos do experimento 1 foi o índice pseudot2 e para o experimento 2 foi baseado no pacote “NbClust” do programa estatístico R (Charrad et al., 2014). As análises foram realizadas com auxílio do programa R (R Core Team, 2018).

Resultados e Discussão

Os sintomas observados nas plantas, durante as avaliações mensais, coincidem com os descritos para a mancha anelar por outros autores (Purcifull et al., 1984; Peña, 2008; Rodríguez et al., 2011). A planta era considerada doente quando apresentava os sintomas de mosaico e de clareamento de nervuras na maior parte das folhas principalmente nas novas, no ápice da planta. Além desses sintomas, foram observadas estrias no caule e no pecíolo e manchas em forma de anel nos frutos (Figura 1).

O dendograma do experimento 1, obtido pela análise de agrupamento dos acessos de mamoeiro pelo método UPGMA, encontra-se representado na Figura dois. O critério para definição do número de grupos foi eficiente, separando os acessos em dois grupos. O coeficiente de correlação cofenético (CCC) foi de 0,78. Não foram observados sintomas em nenhuma planta dos 30 acessos estudados durante os dois primeiros meses de avaliação.



Fotos: Paulo Ernesto Meissner Filho

Figura 1. Sintomas característicos da mancha anelar em acessos de mamoeiro no campo. Clorose das folhas e clareamento das nervuras no ápice da planta (A); mosaico nas folhas (B); estrias no caule e pecíolo (C) e (D); mancha em forma de anel nos frutos (E) e (F).

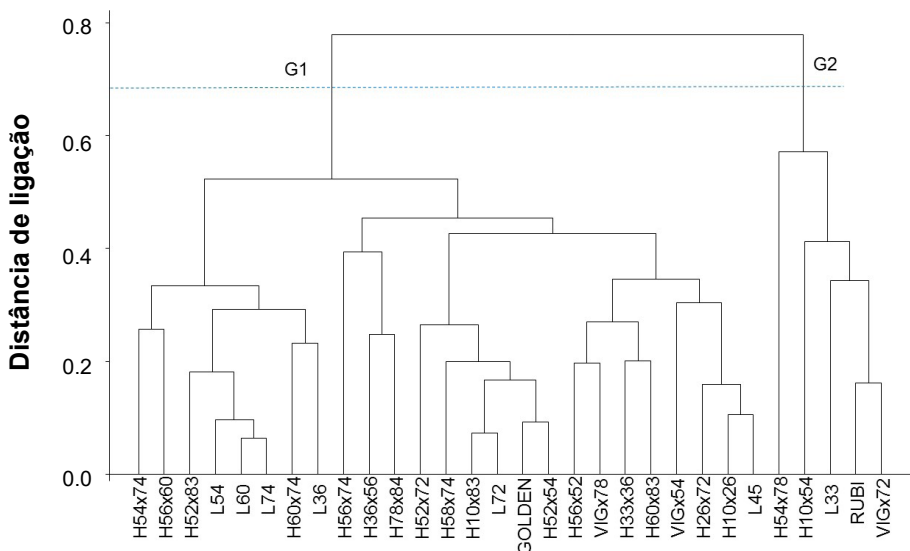


Figura 2. Dendrograma baseado na distância euclidiana e no método de agrupamento UPGMA de acessos de mamoeiro quanto à reação ao PRSV-P em condições de campo.

O grupo 1, formado por 25 acessos, apresentou incidência de mancha anelar em todos os acessos a partir do terceiro mês de avaliação. Boa parte dos acessos desse grupo apresentou incidência superior a 15% já no terceiro mês. Apesar da gradativa incidência, os híbridos H36x56 e H78x84 foram os únicos que não apresentaram 100% de incidência até o oitavo mês de avaliação. No entanto, os acessos desse grupo podem ser considerados os mais suscetíveis, pois apresentaram sintomas mais precoces e uma maior incidência de mancha anelar durante as avaliações (Figura 2), (Apêndice 1).

O grupo 2 foi formado por cinco acessos: RUBI, H10x54, VIGx72, H54x78, L33. Esse grupo foi caracterizado principalmente por apresentar incidência da mancha anelar praticamente em todos os acessos apenas a partir do sexto mês de avaliação, podendo ser considerados os acessos mais tardios estudados no experimento 1. Apesar da diferença do tempo de aparição, no final do período de avaliação todos os acessos apresentaram sintomas (Figura 2), (Apêndice 1).

Os sintomas observados no experimento 2 foram similares aos encontrados nas plantas do experimento 1 (Figura 1). O dendrograma do experimento 2, obtido pela análise de agrupamento dos acessos de mamoeiro pelo

método UPGMA, encontra-se representado na Figura 3. Esse método de agrupamento permite o estabelecimento dos grupos de forma que exista heterozigosidade entre grupos e homozigosidade dentro do grupo (Cruz; Carneiro, 2003). O coeficiente de correlação cofenético (CCC) foi de 0,94, valor que corresponde ao citado por Rohlf e Fisher (1968).

Dessa forma, constatou-se a formação de sete grupos entre os acessos avaliados, indicando a existência de variabilidade entre os acessos para incidência da doença (Figura 3), (Apêndice 2). O grupo 1 foi constituído de 17 acessos, sendo CMF 86, CMF 77, CMF 78, CMF 76, CMF 52, CMF 108, CMF 102, CMF 92, CMF 254, CMF 90, CMF 99, CMF 114, CMF 70, CMF 79, CMF 235, CMF 246, CMF 253 e, entre eles, as cultivares mais conhecidas (Golden, Rubi e Sunrise). Nesse grupo, o aparecimento da doença foi constatado no segundo mês de avaliação, na cultivar Rubi, que teve 5% de plantas doentes. No terceiro mês (junho), a doença foi observada na maioria dos acessos, com exceção dos CMF 52, CMF 99, CMF 92, CMF 102, CMF 108, CMF 114, CMF 254 e da cultivar Sunrise. No quarto mês (julho) de avaliação, apenas o CMF 52 não apresentava a virose e todos os acessos já demonstravam a doença com 31,8% de plantas afetadas. No sétimo mês (outubro), observaram-se 88,6% de plantas doentes e 11 acessos já apresentavam 100% de plantas afetadas e, em fevereiro (11º mês), as plantas de todos os acessos desse grupo estavam afetadas (Apêndice 2). Barreto et al. (2002), ao estudar genótipos de mamão em infecção natural pelo vírus no Ceará, constataram que o CMF 77 e a cultivar Sunrise, ambos pertencentes a esse grupo, foram susceptíveis, não encontradas plantas assintomáticas.

O grupo 2 foi o maior, formado por 89 acessos e pela cultivar Tainung n°1. Nesse grupo, foi observada menor incidência da doença e aumentos menos acelerados de plantas afetadas. Além disso, a incidência da doença iniciou tardiamente na maioria dos acessos. Plantas sintomáticas foram observadas no terceiro mês de avaliação em três acessos: CMF 8 com 9%, CMF 69 com 10% e CMF 116 com 9% de plantas doentes. Apesar de terem sido os primeiros a apresentarem plantas afetadas, o acesso CMF 116 chegou ao final da avaliação com uma incidência da doença de 20% e os CMF 8 e CMF 69 com uma incidência inferior a 100%, tendo, este último, o sexto mês como avaliação final, por apresentar perda de parcela devido a outra doença de origem fúngica. Os acessos CMF060, CMF065, CMF 66 e CMF 67 apresentaram as primeiras plantas doentes no quinto mês de avaliação. Apesar disso, atingiram uma incidência de 100% no oitavo mês de avaliação (Figura 3), (Apêndice 2).

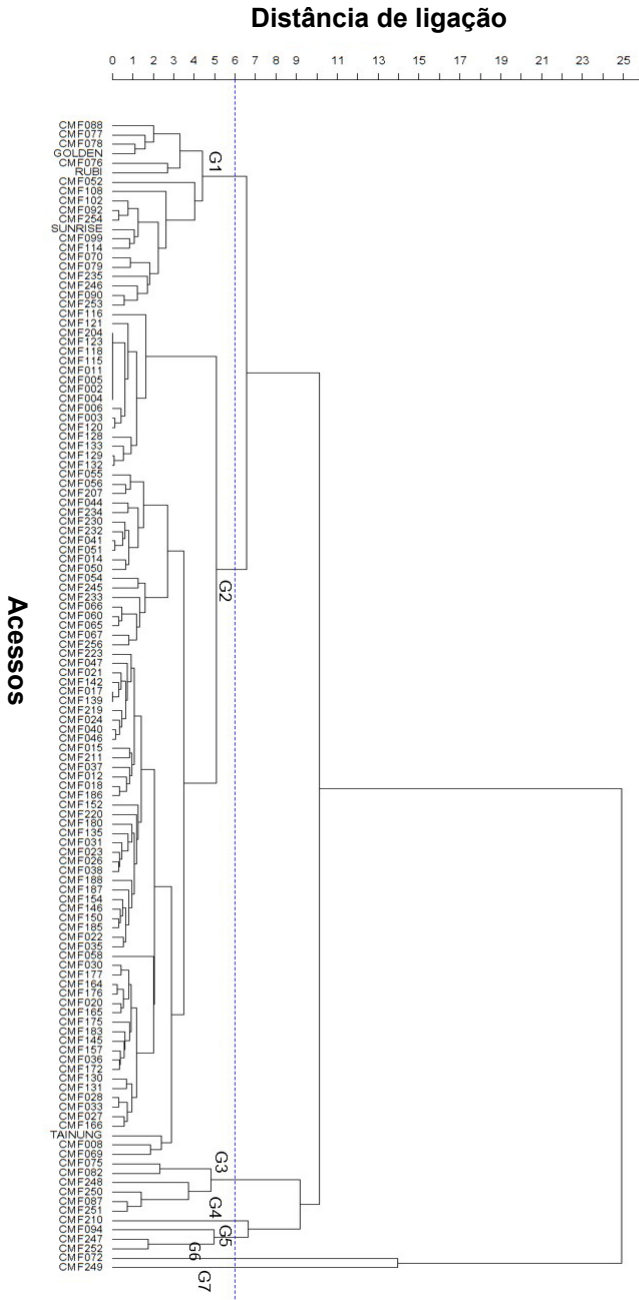


Figura 3. Dendrograma baseado na distância euclidiana e no método de agrupamento UPGMA de acessos de mamoeiro quanto à reação em campo ao PRSV-P.

Ainda no grupo 2, a doença iniciou tardiamente em alguns acessos, observada no nono, décimo e 11º mês de avaliação. O acesso considerado mais tardio foi o CMF006 que apresentou 10% de incidência neste último mês. Desses, 24 acessos (CMF 8, CMF 20, CMF 23, CMF 28, CMF 26, CMF 36, CMF 47, CMF 130, CMF 176) apresentaram plantas afetadas no nono mês e 14 acessos (CMF 3, CMF 27, CMF 30, CMF 31, CMF 145, CMF 177, CMF 120, CMF 129, CMF 131, CMF 132, CMF 133, CMF 157, CMF 166, CMF 180) no décimo mês. Este fato pode ser considerado positivo, uma vez que um atraso no surgimento de sintomas de pelo menos cinco semanas no início do desenvolvimento da planta pode gerar diferenças de desempenho superiores a 50%, mesmo em materiais suscetíveis (Hernández-Castro; et al., 2010).

Alguns acessos apresentaram menos de 15% de plantas sintomáticas até o final do período de avaliação, sendo esses o CMF 3 (9%), CMF 6 (14%) e CMF 120 (11%). Outros apresentaram menos de 40% de incidência da doença no final da avaliação, são eles: CMF 116 (20%), CMF 129 (25%), CMF 132 (25%), CMF 133 (36%). Além de apresentarem baixa incidência da doença, esses acessos também apresentaram as primeiras plantas afetadas tardiamente, a maioria no décimo mês de avaliação, sendo o acesso mais tardio o CMF006 (Figura 3).

A variedade híbrida Tainung nº 1 dentro do grupo Formosa, a mais cultivada no Brasil (Marin et al., 2006), apresentou uma incidência de 50% no final da avaliação. Apresentaram incidência inferior a 100% após 12 meses de avaliação 22 acessos, a exemplo dos CMF 8 (80%), CMF 27 (73%), CMF 31 (60%) e CMF 166 (83%), o que é considerado um percentual razoável, visto a quantidade de acessos avaliados e a severidade da doença, cujo vírus consegue infectar até 100% do pomar em poucos meses caso nenhuma forma de controle seja utilizada (Tavares et al., 2004; Saraiva et al., 2006). Além disso, selecionar acessos com índices de transmissão inferiores a 100% pode garantir a produção de frutas no pomar (Flores-Bautista, 2019).

Uma incidência de 100% da doença foi observada em 55,5% dos acessos do grupo 2 ao término da avaliação. Apesar disso, houve atraso no aparecimento de sintomas mais severos da doença, o que pode permitir a ocorrência de frutas com qualidade (Hernández-Castro; et al. 2015).

Trabalhos com acessos de plantas de mamão em campo mencionaram que todos os acessos avaliados foram susceptíveis ao PRSV-P, com diferenças no tempo de infecção entre eles (Barreto; et al., 2002; Gonalves et al., 2010; Rodríguez et al., 2013). Essa diferença pode ser considerada um critério na escolha de acessos promissores para o controle da doença.

No grupo 2 também houve acessos que não apresentaram sintomas da doença até o último mês de avaliação, tendo 0% de incidência da doença, sendo eles CMF 2, CMF 4, CMF 5, CMF 11, CMF 115, CMF 118, CMF 123 (Figura 3). Esses acessos são promissores para uso em pesquisas posteriores testando a resistência.

O grupo 3 foi formado por seis acessos, CMF 75, CMF 82, CMF 87, CMF 250, CMF 251 e CMF 248. No segundo mês de avaliação, em maio, quando as plantas apresentavam 11 meses após transplante, a doença foi observada em todos os acessos com 10,83% das plantas afetadas e, em novembro, 100% das plantas dos seis acessos já estavam com a virose (Figura 3), (Apêndice 2).

O grupo 4 foi formado por um único acesso, o CMF 210. Em abril, primeiro mês de avaliação, foi observado 9% de plantas afetadas e, em janeiro de 2018, décimo mês de avaliação, 100% das plantas apresentaram a doença.

O grupo 5, formado por três acessos (CMF 94, CMF 247 e CMF 252) também foi infectado no primeiro mês de avaliação e em novembro 100% das plantas tinham sido afetadas (Figura 3), (Apêndice 2).

Os grupos 6 e 7 também foram formados por um acesso, o CMF 72 e o CMF 249, respectivamente. Os dois grupos apresentaram plantas doentes no primeiro mês de avaliação, com 22% e 27% de incidência de mancha anelar, nessa ordem. No entanto, em outubro, sétimo mês de avaliação, as plantas do grupo 6 foram acometidas por *Phytophthora*, o que causou perda da parcela, interrompendo as avaliações para esse acesso. As plantas do grupo 7 (CMF 249) apresentaram 100% de infecção no sexto mês de avaliação (Figura 3), (Apêndice 2).

O aumento progressivo da incidência da doença observado neste trabalho corresponde a estudos similares desenvolvidos em regiões produtoras (Rivas Valencia et al., 2003; 2008, Rodríguez et al., 2011). No entanto, observar plantas assintomáticas após o período de um ano de avaliação não corresponde a

cultivares de mamoeiros suscetíveis ao PRSV-P, o que, segundo Rodríguez et al. (2011), pode sugerir uma menor severidade da doença nos acessos avaliados. Contudo, tratando-se de condições de infecção natural pelo vírus em campo, pode ser que o período de avaliação não tenha contemplado o tempo necessário para o progresso total da doença, sendo necessário que tal desempenho seja confirmado pela inoculação do vírus por método apropriado nesses materiais.

Conclusões

1) Não foram encontrados híbridos e linhagens promissoras como fonte de resistência entre os acessos de mamoeiro pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa.

2) Os acessos CMF 2, CMF 4, CMF 5, CMF 11, CMF 115, CMF 118, CMF 123 são promissores para realização de pesquisas testando resistência.

Referências

- ALONSO, M.; BAUTISTA, M.; ORTIZ, M.; QUIROZ, A.; ROHDE, W.; SÁNCHEZ, L. F. Caracterización de accesiones de papaya (*Carica papaya* L.) através de marcadores AFLP en Cuba. **Revista Colombiana de Biotecnología**, v. 11, p. 31-39, 2009.
- BARRETO, P. D.; SANTOS, A. dos; DANTAS, J. L. L. Genótipo de mamão sob infecção natural pelo vírus da mancha anelar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n.2, p. 4-34, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução normativa nº 17, de 27 de maio de 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 3 fev. 2021.
- CHALAK, S. U.; HASBNIS, S. N.; SUPE, V. S. Papaya ring spot disease management: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 5, p. 1911-1914, 2017.
- CHARRAD, N.; GHAZZALI, N.; BOITEAU, V.; NIKNAFS, A. **NbClust: NbClust package for determining the best number of clusters. R package version 2.0.1**. 2014. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=NbClust>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- COSTA, C. L. As inter-relações vírus-afídeos vetores e o controle da mancha anelar do mamoeiro causada pelo Papaya ringspot virus-p. In: MARTINS, D. dos S. (ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 183-191.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003 v. 2, 585 p.
- FAOSTAT. Food and agriculture data. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Disponível em: www://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E. Acesso em: 15 jun. 2020.

- FERMIN, G. A.; CASTRO, L. T.; TENNANT, P. F. CP-Transgenic and non-transgenic approaches for the control of papaya ringspot: current situation and challenges. **Transgenic Plant Journal**, v. 4, Special Issue 1, p. 1-15, 2010
- FLORES-BAUTISTA, R.; ÁVILA-RESÉNDIZ, C.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; NAVA-DÍAZ, C.; BECERRA-LEOR, E. N. Performance of native accessions of *Carica papaya* inoculated with PRSV-P using *Aphis nerii*. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 37, n. 1, p. 147-158, 2019. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1808-5.
- GONSALVES, D.; SAVARNI, T.; CARR, J. B.; SUZUKI, J. Y. Papaya Ringspot virus. **The Plant Health Instructor**, 2010. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-1004-01.
- HERNÁNDEZ-CASTRO, E.; NAVA, D. A.; MORA, A. J. A.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; VARGAS, A. D.; PALEMÓN, F. A. Incidence of the *papaya ringspot virus* (PRSV-P) and management in the state of Guerrero, Mexico. In: DIMITROV, T.S.; VITANOVA, I.I. **Tropical Fruits**. Nova Science Publishers Inc., 2015. p. 119-127. Disponível em: https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=54114. Acesso em: 20 jul. 2020.
- HERNÁNDEZ-CASTRO, E.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; MORA-AGUILERA, J. A. e NAVA-DÍAZ, C. Barreras de maíz en una estrategia de manejo integral para controlar epidemias del virus mancha anular del papayo (PRSV-P). **Revista Agrociencia** v. 44, n.3, p. 339-349, 2010.
- IBGE. **Produção Agrícola Nacional e Mundial**. 2017. Disponível em: www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/mamao/b1_mamao.pdf. Acesso em: 12 jun. 2020.
- MARIN, S. L. D.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; MARTELLETO, L. A. P.; IDE, C. D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 540-546, 2006.
- MEISSNER FILHO, P. E.; BARBOSA, C. de J.; NASCIMENTO, A. S. do. Vírus. In: RITZINGER, C.H.S.P.; SOUZA, J. da S. (org.). **Mamão – Fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 47-51.
- ORDAZ-PÉREZ, D.; GÁMEZ-VÁZQUEZ, J.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J.; ESPINOSA-TRUJILLO, E.; RIVAS-VALENCIA, P.; CASTRO-MONTES, I. *Vasconcellea cauliflora* resistance to *Papaya ringspot potyvirus* (PRSV-P) and its introgression in *Carica papaya*. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 35, n. 3, p. 571-590, 2017. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1703-4.
- PEÑA, I. Enfermedades virales en el cultivo del papayo (*Carica papaya* L.). **Revista CitriFrut**, v. 25, p. 13-23, 2008.
- PURCIFULL, D. E.; EDWARDSON, J. R.; HIEBERT, E.; GONSALVES, D. *Papaya ringspot virus*. CMI/AAB. **Description of plant viruses**, 292, 8p. 1984.
- PUSHPA, R. N.; NAGARAJU, N.; SUNIL, J.; JAGADISH, K. S. Epidemiology of *Papaya ringspot virus-P* (PRSV-P) infecting papaya (*Carica papaya* Linn.) and influence of weather parameters on population dynamics of predominant aphid species. **Journal of Entomology and Zoology Studies**. v. 7, n. 2, p. 434-439, 2019.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2018. Disponível em: URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 mar. 2020
- RIVAS-VALENCIA, P.; MORA-AGUILERA, G.; TÉLIZ-ORTIZ D e MORA-AGUILERA A. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.) sobre las epidemias de mancha anular. **Revista Mexicana de Fitopatología** v. 21, n. 2 p.109-116. 2003.

- RIVAS-VALENCIA, P.; MORA-AGUILERA, G.; TÉLIZ-ORTIZ, D. e MORA-AGUILERA A. Evaluación de barreras vegetales en el manejo integrado de la mancha anular del papayo en Michoacán, México. **Summa Phytopathologica** v. 34, n. 4, p. 307-312, 2008.
- RODRÍGUEZ, D.; ALONSO, M.; TORNET, Y.; VALERO, L.; LORENZETTI, E. R.; PÉREZ, R. Assessment of Cuban papaya (*Carica papaya* L.) accessions against ringspot. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 24-27, 2013.
- RODRÍGUEZ, M. D.; ALONSO, M.; TORNET, Y.; VALERO, L.; LORENZETTI, E. R.; PÉREZ, R. Evaluación de accesiones cubanas de papaya (*Carica papaya*) ante la mancha anular. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n.1, p. 24-27, 2013.
- 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**, v. 2, n. 4, p. 28-36, 2011.
- ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zoology**, v. 17, p. 407-412, 1968.
- SARAIVA, A. C. M.; PAIVA, W. O.; RABELO FILHO, F. O. A. C.; LIMA, J. A. A. Transmissão por mãos contaminadas e ausência de transmissão embrionária do vírus do amarelo letal do mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 79-83, 2006.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**: the principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573 p.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v. 11, p. 33-40, 1962.
- TAVARES, E. T.; TATAGIBA, J. S.; VENTURA, J. A.; SOUZA JÚNIOR, M. T. Two new systems of early diagnosis of papaya sticky disease. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 563-566, 2004.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. da 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.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 18300