AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES S_1 DE MAMOEIRO PARA RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA E MANCHA-DE-PHOMA

LUCIANA PEREIRA PINTO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO- 2023

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES S_1 DE MAMOEIRO PARA RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA E MANCHA-DE-PHOMA

LUCIANA PEREIRA PINTO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de "Mestre em Produção Vegetal".

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Vivas

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2023

FICHA CATALOGRÁFICA
UENF - Bibliotecas
Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

P659 Pinto, Luciana Pereira.

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES S1 DE MAMOEIRO PARA RESISTÊNCIA À PINTA-PRETA E MANCHA-DE-PHOMA / Luciana Pereira Pinto. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2023.

41 f.
Bibliografia: 33 - 41.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2023.
Orientador: Marcelo Vivas.

1. Mamoeiro. 2. melhoramento genético. 3. pinta-preta. 4. mancha-de-phoma. 5. resistência genética. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES S_1 DE MAMOEIRO PARA RESISTÊNCIA A PINTA-PRETA E MANCHA-DE-PHOMA

LUCIANA PEREIRA PINTO

"Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal."

Aprovada em 28 de fevereiro de 2023

Comissão examinadora:

Prof. Geraldo Amaral Gravina (D. Sc., Fitotecnia) - UENF

Dra. Janieli Maganha Silva Vivas (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF

Prof. Monique Moreira Moulin (D. Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) - IFES/Alegre

Prof. Marcelo Vivas (D. Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) - UENF (Orientador)

DEDICATÓRIA

À minha família, por todo apoio e amor

AGRADECIMENTO

A Deus, por todas as bênçãos concedidas, pela perseverança e tudo de bom que tem me proporcionado;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) e ao Programa de Produção Vegetal, por proporcionarem condições para a realização do curso de Pós-graduação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pela concessão da Bolsa nota 10;

Ao meu pai, Jaime Mendes Pinto, à minha mãe, Ana Lúcia da Silva Pereira e ao meu irmão, Léo Jayme, por estarem sempre ao meu lado;

Ao meu professor e orientador, Marcelo Vivas, pelas orientações, conselhos e amizade que contribuíram para minha formação acadêmica;

Aos meus amigos, Helenilson, Ana Carolina, Geferson, Hércules, Luana, Ramon, Rafael e Yure, pelo companheirismo, conselhos e auxílio dentro e fora do laboratório;

Aos meus amigos de graduação, Willians, Clarissa, Ludimila e Laís pela amizade, paciência e conselhos;

Ao Alair, pelo companheirismo, carinho, amizade, paciência e incentivo;

E a todos os amigos que, de certa forma, contribuíram ou influenciaram positivamente.

SUMÁRIO

RESUMO VI
ABSTRACT VIII
1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVOS 4
2.1 OBJETIVO GERAL 4
2.2 OBJETIVOS ESPECíFICOS 4
3 REVISÃO DE LITERATURA 5
3.1 Mamoeiro: Aspectos Gerais 5
3.2 Importância econômica do mamoeiro 6
3.3 Doenças foliares do mamoeiro: Mancha-de-phoma e Pinta-preta 7
3.4 Melhoramento genético visando À resistência 9
4 MATERIAL E MÉTODOS 12
4.1 Descrição do material vegetal utilizado 12
4.2 Condições experimentais 13
4.3 Avaliação da doença 14
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 17
6 CONCLUSÕES 25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

RESUMO

PINTO, Luciana Pereira; MSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro de 2023; Avaliação de progênies S_1 de mamoeiro para resistência à pinta-preta e mancha-de-phoma. Orientador: D.Sc. Marcelo Vivas.

Doenças de etiologia fúngicas são de extrema importância na cultura do mamoeiro, dado o seu potencial para redução da área fotossintética e redução da produção e comercialização dos frutos, dentre as doenças, destacam-se a pinta-preta e a mancha-de-phoma causada, respectivamente, por *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl e *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley [=*Phoma caricae-papayae* (Tar) Punith. O controle utilizado hoje é por meio de fungicidas pouco eficientes, o que aumenta o custo de produção e o risco a saúde humana. Assim, alternativas sustentáveis para mitigação das doenças estão sendo pesquisadas, dentro deste cenário torna-se importante o desenvolvimento de cultivares resistentes. Com esse intuito foram selecionadas 40 progênies S_1 superiores oriundas de indivíduos do primeiro ciclo de seleção recorrente de famílias S_1 do Programa de Melhoramento do Mamoeiro denominado UCP-C0. Para obtenção desta população, cinco progênies dioicas de mamoeiro foram utilizadas, sendo elas STA-22(3), STA-05(5), STA-17(6), STA-02(6) e STA-04(5), selecionadas e descritas quanto à resistência à pinta-preta e à mancha-de-phoma, estas foram recombinadas entre si e com cinco genitores elites (SS-72/12, JS-12, Sekati, UC 36/7 e UC 41/7), genitores de híbridos já registrados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. O experimento foi instalado em

Delineamento em Blocos Casualizados com 5 repetições das 40 progênies de mamoeiro selecionadas. As mudas foram transplantadas para a área experimental, com espaçamento de 1,5m x 3,6m, utilizando três mudas por cova. A sexagem das plantas ocorreu aproximadamente aos 90 dias após o transplantio, onde, foram eliminadas as plantas femininas deixando apenas uma planta hermafrodita por cova, que foi considerada a parcela de mensuração. As progênies foram avaliadas em número de frutos, número de folhas, incidência de mancha-de-phoma em folhas, incidência de pinta-preta em folhas e frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott (p<0,05), no programa Genes. Houve diferença significativa para todas as fontes de variação testadas. Observou-se que o coeficiente de determinação genotípica (H^2) apresentou valores que variaram entre 54,24% e 76,44, respectivamente, para incidência para pinta-preta na folha e no fruto. A progênie 182 apresentou maiores valores para resistência à pinta-preta e mancha-de-phoma. As progênies 32, 85, 133, 176 e 186 apresentaram potencial para incremento do número de folhas e frutos em mamoeiro. As avaliações apontam a existência de variabilidade genética para resistência à pinta-preta e a mancha-de-phoma e sugerem potencial de seleção para esta característica entre as progênies estudadas**.**

ABSTRACT

PINTO, Luciana Pereira; MSc.; State University of North Fluminense Darcy Ribeiro; february 2023; Evaluation of papaya S1 progenies for resistance to black spot and phoma leaf spot; Advisor: D.Sc.; Marcelo Vivas.

Diseases of fungal etiology are extremely important in papaya cultivation, given their potential for reducing the photosynthetic area and reducing the production and marketing of fruits. de-phoma, caused respectively by Asperisporium caricae (Speg.) Maubl and Stagonosporopsis caricae (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley [=Phoma caricae-papayae (Tar) Punith. The control used today is through inefficient fungicides, which increases the cost of production and the risk to human health. Thus, sustainable alternatives for disease mitigation are being researched, within this scenario, the development of resistant cultivars becomes important. For this purpose, 40 superior S1 progenies from individuals of the first cycle of recurrent selection of S1 families of the papaya breeding program called UCP-C0 were selected. To obtain this population, five dioecious papaya progenies were used, namely STA-22(3), STA-05(5), STA-17(6), STA-02(6) and STA-04(5), selected and described for resistance to black spot - and to phoma spot were recombined with each other and with five elite parents (SS-72/12, JS-12, Sekati, UC 36/7 and UC 41/7), parents of hybrids already registered with the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply – MAPA. The experiment was set up in a randomized block design with 5 replications of the 40 selected papaya progenies. The seedlings were transplanted to the experimental area, with spacing of 1.5m x

3.6m, using three seedlings per hole. The sexing of the plants occurred approximately 90 days after transplanting, where the female plants were eliminated, leaving only one hermaphrodite plant per hole, which was considered the measurement plot. The progenies were evaluated for number of fruits, number of leaves, incidence of phoma leaf spot, incidence of black spot on leaves and fruits. Data were subjected to analysis of variance and means compared by the Scott Knott test ($p<0.05$) in the Genes program. There was a significant difference for all sources of variation tested. It was observed that the coefficient of genotypic determination (H^2) presented values that varied between 54.24% and 76.44, respectively, for incidence of black spot on the leaf and on the fruit. Progeny 182 showed higher values for resistance to black spot and phoma leaf spot. Progenies 32, 85, 133, 176 and 186 have the potential to increase the number of leaves and fruits in papaya. The evaluations indicate the existence of genetic variability for resistance to black spot and phoma spot and suggest a potential for selection for this trait among the studied progenies.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mamão, ficando atrás apenas da República Dominicana e Índia. A contribuição anual de frutos do mamoeiro é cerca de 1,161 milhões de toneladas, representando cerca de 11,7% da produção mundial colocando o Brasil entre os principais fornecedores globais dessa fruta (FAOSTAT, 2019). O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é considerado uma das frutíferas mais cultivada e consumida das regiões subtropicais e tropicais do mundo (Serrano e Cattaneo 2010; Carvalho et al., 2020).

A expansão de novas áreas de cultivo enfrenta desafios como a suscetibilidade das culturas a doenças de natureza viral, fúngica e bacteriana. A pinta-preta *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl é uma doença fúngica, considerada no passado doença de final de ciclo, atualmente é considerada uma das mais importantes da cultura, podendo ocorrer em vários estágios de desenvolvimento do mamoeiro. A doença apresenta elevado potencial para reduzir a área fotossintética das folhas e depreciar comercialmente os frutos, e pode causar perdas severas de produção (Liberato et al., 2004; Rezende e Fancelli, 2016). A pinta-preta causa danos devido à sua propagação e implicações na fisiologia do hospedeiro. A doença pode ser controlada por aplicações quinzenais de fungicidas em as colheitas (Barreto et al., 2011).

Para se obter uma produção sustentável para o meio ambiente e que atenda as exigências do mercado externo, trazendo competitividade ao agronegócio do mamoeiro no Brasil, torna-se necessário o uso da resistência

genética como alternativa para o controle de doenças, buscando a redução dos custos de produção. A obtenção de variedades com características superiores é essencial para continuidade da produtividade da cultura, além de garantir a segurança alimentar (Santos et al., 2017).

Com isso, torna-se essencial o desenvolvimento de estratégias de melhoramento genético para cultura. Os programas de melhoramento do mamoeiro visam incrementar as características agronômicas do material genético disponível, tais como números de frutos, teor de sólidos solúveis e firmeza de polpa e de fruto, tiveram avanços significativos e permitiram o registro de muitas cultivares de mamão no Brasil. No entanto, ainda não há no mercado cultivar resistente a doenças.

Visando estudar as características de resistência à pinta-preta e mancha-de-phoma no mamoeiro, pesquisas foram desenvolvidas na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, tais como avaliação de germoplasma da UENF-CALIMAN, análise dialélica de oito genótipos de mamoeiro oriundos de diferentes grupos heteróticos (Solo X Formosa), avaliação de top-crosses para composição de híbridos resistentes à pinta-preta, seleção de genótipos e progênies resistentes oriundos de retrocruzamentos e híbridos. (Vivas et al., 2010a, 2012a, 2013b, 2015; Poltronieri et al., 2017; Silva et al., 2017).

Os trabalhos desenvolvidos até hoje que utilizaram fontes de resistência à pinta-preta (Santos e Barreto, 2003; Dianese et al., 2007; Vivas et al., 2012a, 2013b, 2015) ou desenvolveram através de avaliação de genótipos superiores em combinação com dialelos (Vivas et al., 2010b, 2012b, 2016; Poltronieri et al., 2017) não foram eficientes, pois não apresentaram características agronômicas superiores como produtividade, firmeza e teor de sólidos solúveis.

O fornecimento de linhagens com características superiores pode ser realizado por meio do melhoramento genético, pois ocorre uma variabilidade do material genético vegetal. De acordo com os estudos de Vivas et al. (2012a, 2013b) seus trabalhos relataram a ocorrência de genótipos de mamoeiro dioicos, com menores níveis de severidade e incidência da pinta-preta e mancha-de-phoma. A natureza dioica do material vegetal, embora amplie a base genética do mamoeiro não produzem frutos comerciais, dificultando a obtenção de genótipos com características agronômicas superiores, sendo, portanto, necessário a hibridização desses materiais com genótipos elites do Programa de Melhoramento da UENF.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de pinta-preta e mancha-de-phoma em progênies S1 obtidas pelo cruzamento de genótipos dioicos com plantas hermafroditas e genitores elite, favorecendo a geração de variabilidade para a seleção de genótipos com características agronômicas satisfatórias do mamoeiro.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Conhecer a variabilidade genética para resistência à pinta-preta e mancha-de-phoma em progênies promissoras de mamoeiro e selecionar genótipos de mamoeiro com resistência genética à pinta-preta e a mancha-de-phoma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho no avanço de gerações das progênies superiores para resistência à pinta-preta e mancha-de-phoma em campo; e

- Obter material genético que possa dar continuidade ao melhoramento nos anos futuros.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MAMOEIRO: ASPECTOS GERAIS

A espécie (*Carica papaya* L.) é originária da América Central, provavelmente da região sul do México e Antilhas, considerada um dos seus centros de origem a América tropical de maneira integral, sendo mais preciso na Bacia superior da Amazônia onde se encontra maior diversidade genética, o que caracteriza como uma frutífera tropical (Dantas et al., 2013).

A família Caricaceae, é composta por 35 espécies (Badillo, 2001) distribuídas em seis gêneros, *Vasconcellea* (21 espécies), *Jacaratia* (7 espécies), *Jarilla* (3 espécies), *Cylicomorpha* (2 espécies), *Horovitzia* (1 espécie) e *Carica* (1 espécie) (Badillo, 2000, Giulietti et al., 2018), sendo a espécie *C. papaya* a única com potencial agronômico da família.

A espécie *C. papaya* é uma planta androginomonoica, herbácea, perene e se desenvolve bem em clima tropical. A planta possui sistema radicular pivotante, com ramificações laterais. O caule é do tipo herbáceo lenhoso, fistuloso nas regiões dos entrenós, suculento, ereto, contendo numerosas cicatrizes foliares, terminando com um grupo denso de grandes folhas na região apical. Suas folhas são alternadas, com grandes limbos foliares, longos pecíolos, extremamente palma tilobadas, com nervuras mais evidentes na face abaxial. Exibem coloração verde-claro-mate na face superior e verde pálido na face inferior, envolto por material

ceroso, expondo um ou mais lóbulos, ou totalmente inteiros. Os pecíolos são fistulosos, cilíndricos, verde pálidos, às vezes vermelho (Badillo, 1993).

O mamoeiro é uma espécie diploide e têm 9 cromossomos com 2n=2x=18 cromossomos cada uma delas (Damasceno Junior et al., 2009a, 2010). A herança do sexo no mamoeiro é governada por um par de cromossomos sexuais evoluídos, segundo Ming et al. (2007) havendo dois cromossomos Y na espécie. Havendo pelo menos dois genes que diferenciam esses dois cromossomos, nas plantas masculinas o cromossomo Y e nas hermafroditas o cromossomo Y^h . Com isso, cada gene possui uma função, o primeiro controla o pedúnculo longo e, o segundo masculinizante controla o aborto do carpelo nas flores masculinas. De acordo com as informações, plantas portadoras dos genótipos XX, XY e XY^h são femininas, masculinas, hermafroditas, respectivamente. Já os genótipos YY, YYh e YhYh são responsáveis pela letalidade das plantas.

A espécie *C. papaya* tem arquitetura monopodial, ortotrópica não ramificada, formada por um meristema vegetativo central, inflorescências axilares e crescimento indeterminado. Seu crescimento é rápido com reduzido período juvenil, chegando em torno de três a quatro meses após o plantio para iniciar a fase de desenvolvimento sexual. No início do seu período de floração a cultura do mamoeiro exige nutrição pontual para florescimento e produção de frutos, uma vez que neste estádio fisiológico a planta necessita de total suprimento de nutrientes e água para obtenção de seus fotoassimilados (Modi et al., 2018).

O mamoeiro acrescenta uma característica que facilita o seu melhoramento genético, sendo identificado como uma espécie autógama facultativa com cleistogamia (Damasceno Junior et al., 2009b). Desse modo, tanto o híbrido quanto a linhagem podem ser obtidas, exploradas e cultivadas, o que confere uma grande vantagem à cultura. Segundo Dantas e Lima (2001), a obtenção de linhagens e híbridos é possível, porque o mamoeiro pode ser autopolinizado sem expressiva perda de vigor, ou seja, não sofre depressão por endogamia.

3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MAMOEIRO

O mamoeiro é cultivado em praticamente todas as regiões, tendo sua produção concentrada em cinco países que se alternam nas primeiras posições, são eles: Índia, Brasil, México, República Dominicana e Indonésia. No mundo são

produzidos cerca de 13 milhões de toneladas do fruto (Serafini, 2021). O Brasil produz cerca de 1,6 milhões de toneladas, contribuindo com 13% da produção mundial (EMBRAPA, 2019). O país possui um papel importante no cultivo do mamoeiro, ocupando a terceira posição no ranking mundial na produção e exportação dessa fruta, que é cultivada em todas as regiões brasileiras. O Nordeste brasileiro é a região em destaque, responsável por 54,9% da produção nacional. O mamoeiro alcançou grande expressão econômica, alimentar e social garantindo renda ao produtor, estruturando famílias e realizando o que hoje é de suma importância para sociedade a segurança alimentar.

Na fruticultura, o mamão se destaca pelo seu alto valor nutricional sendo classificado entre os primeiros lugares nos escores contendo nutrientes de alto valor, sendo eles folato, niacina, tiamina, riboflavina, ferro, cálcio e fibra que são essenciais para manutenção da saúde humana. (Huerta-Ocampo et al., 2012). Além do consumo da fruta "*in natura*", os frutos, o caule, as folhas e raízes do mamoeiro são utilizados em uma ampla gama de aplicações médicas e na produção de papaína (Ming et al., 2008). A papaína, uma enzima do mamão, tem sua produção comercial direcionada para a digestão de proteínas, principalmente como amaciante de carne vermelha, além disso também é utilizada para a fabricação de cerveja e para o tratamento da pele (Ming et al., 2012). A ingestão de mamão melhora o sistema cardiovascular, protege o sistema de doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, câncer de colón e reduz níveis elevados de colesterol no organismo (Aravind et al., 2013). O mamoeiro é uma frutífera que é fonte de exportação agrícola, principalmente nos países em desenvolvimento, gerando receitas de exportação que proporcionam meios de subsistência para milhares de pessoas, principalmente na Ásia e América latina (Evans e Ballen, 2012).

3.3 DOENÇAS FOLIARES DO MAMOEIRO: MANCHA-DE-PHOMA E PINTA-PRETA

Considerada a segunda doença foliar fúngica de maior importância nas lavouras de mamão, a mancha-de-phoma induz na planta sintomas necróticos foliares caraterísticos, porém as perdas significativas ocorrem nos frutos em pós-colheita, sendo característica a podridão peduncular (Rezende e Martins, 2005). O

controle das doenças de pós-colheita deve ser iniciado ainda no campo, na fase de desenvolvimento dos frutos, evitando, deste modo, a sua contaminação e posterior aparecimento de podridões nos frutos (Ritzinger et al., 2000).

A mancha-de-phoma tem por agente causal o fungo *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley [=*Phoma caricae-papayae* (Tar) Punith]. A colonização pelo patógeno ocorre nas folhas, frutos e pedúnculo, os sinais surgem inicialmente com manchas claras na superfície inferior que, posteriormente, tornam-se em sintomas aparentes também na face superior. As manchas tornam-se lesões nas extremidades das folhas de forma necrótica e que crescem e se aglutinam, atingindo 3 a 5 centímetros de diâmetro, danificam grande porção da área foliar. Folhas senescentes e pecíolos atacados produzem abundantes estruturas de frutificação, que são os picnídios do patógeno, frequentemente dispostos em anéis concêntricos, servindo como fonte de inóculo primário no campo (Oliveira et al., 2000; Michereff e Barros, 2001; Liberato e Zambolim, 2002; Rezende e Martins, 2005).

Os conídios, estruturas de multiplicação do fungo, são depositados na superfície do fruto e onde permanecem até a ocorrência de alguma injúria, que normalmente ocorre durante a colheita e manuseio pós-colheita. Por ocasião o tecido infeccionado, pequenas dobras na superfície do fruto são perceptíveis, lesões com margens translúcidas marrons que se desenvolvem mais tarde para uma podridão escura, seca e firme, estendendo desde o pedúnculo ao fruto (Rezende e Fancelli, 1997; Michereff e Barros, 2001).

A pinta-preta *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl pertence ao grupo dos cercosporoides, família Mycosphaerellaceae, ordem Capnodiales, classe e sub-classe Dothideomycetes, filo Ascomycota, reino Fungi. A taxonomia de *Asperisporium*, entretanto, é controversa quanto ao gênero sexual e *Mycosphaerella*, cujo relato nunca foi confirmado *in natura*. Segundo Videira et al. (2017) outras espécies de *Asperisporium* são filogeneticamente mais próximas de *Mycosphecella* e *Paramycovellosiella* do que de *Mycospharella* (INDEX FUNGORUM, 2018).

A espécie *A*. *caricae* apresenta característica morfológicas de um fungo hifomiceto, que produz conídios em esporodóquios; células conidiogênicas poliblásticas simpodiais, cicatrizes conidiais protuberantes, espessadas e pigmentadas; conídios fusoides, cilíndricos ou obclavados, 0-3 septos transversais

pigmentados, paredes verrugosas, hilo espessado e escuro; com estroma subepidérmico com 60x 200 µm de diâmetro e 60-80 µm de altura. Os conídios são piriformes ou oblongos, com dimensões de 10-24 x 8-10 µm, escuros, equinulados e bicelulares (Ellis, 1971).

A exibição dos sintomas da doença é caracterizada por lesões em frutos e na parte abaxial das folhas. As lesões formam manchas circulares, com cerca de 4 mm de diâmetro, de coloração escura. Enquanto na parte adaxial, ocorrem lesões de cor pardo-clara com um halo amarelo, que correspondem à lesão da face abaxial. Nos frutos, os sintomas característicos da pinta-preta aparecem em frutos ainda verdes, na forma de manchas circulares, semelhante às lesões presentes nas folhas. Os tamanhos das lesões desenvolvem-se de acordo com os frutos, até se tornarem lesões pretas, ásperas, salientes, mas que se limitam apenas à superfície da casca. As lesões não afetam a polpa do fruto, porém inviabiliza a comercialização do fruto (Amorim et al., 2016).

A prática de controle composta pela aplicação de fungicidas sistêmicos é uma das principais medidas de controle da pinta-preta e mancha-de-phoma, sendo utilizada de forma preventiva em pulverizações quinzenais ou semanais a depender da época do ano e do local de cultivo. Esse método adotado para o controle da pinta-preta, não mostra eficiência necessária, em vista que o patógeno adquiri resistência ao fungicida (Pereira et al., 2012). Contudo, além da aplicação de fungicida ser uma prática onerosa, causa danos ao meio ambiente e ao ser humano e, dependendo da quantidade encontrada no fruto, poderá inviabilizar sua comercialização no país e sua exportação, uma vez que tem sido exigida comprovação da qualidade das frutas por meio de certificação mediante controle e fiscalização permanente de toda cadeia produtiva no país produtor e exportador.Com isso, torna-se necessário o desenvolvimento de novas variedades de mamoeiro, que apresentem resistência às doenças sendo esse o método mais eficiente de controle da doença (Dianese et al., 2008).

3.4 MELHORAMENTO GENÉTICO VISANDO À RESISTÊNCIA

A utilização de genótipos resistentes é a forma mais eficiente e desejada para o controle da pinta-preta. É fundamental incrementar a variabilidade genética da população para buscar a progênie com maior resistência à doença, utilizando

um método que preserve a variabilidade. Avaliando progênies dioicas de mamoeiro, com ensaio desenvolvido em campo, no município de Mimoso do Sul, sob inoculação natural da doença, Vivas et al. (2012) apontaram progênies como promissoras para composição de uma população de mamoeiro.

Nesse sentido, utilizando famílias de meios-irmãos para combinar ganhos genéticos na resistência à pinta-preta do mamoeiro Chagas et al. (2021) selecionaram genótipos resistentes obtidos através do cruzamento de cinco genitores com atributos superiores relacionados à resistência à pinta-preta que foram polinizados com uma mistura de pólen de cinco genitores considerados “elite” para características agronômicas, gerando cinco famílias de meios-irmãos. As famílias apresentaram variabilidade genética para todas as características associadas à resistência, superando até mesmo o genótipo de resistência Maradol, as progênies indicadas para resistência à pinta-preta foram ‘M1/P3’, ‘M3/P3’, ‘M4/P1’, ‘M5/P1’, ‘M5/P2’ e ‘M5/P4’, por apresentarem menor severidade média, incidência média e área abaixo da curva de progresso da doença pinta-preta. Dentro do aspecto de avaliação e busca de genótipos superiores no mamoeiro Moraes et al. (2019) também encontraram variabilidade nos genótipos para incidência e severidade nas folhas, além de diferenças significativas para genótipos resistentes Golden e Maradol.

Estudos baseados na avaliação de acessos através de ensaio de competição, topcross, dialelos entre outros, permitem a identificação de genótipos superiores e fornecem material básico para os programas de melhoramento genético. Santos e Barreto (2003) apontaram a cultivar ‘Cariflora’ como a mais resistente à pinta-preta, dentre seis cultivares de mamão avaliados em condições de campo (Baixinho de Santa Amália, Cariflora, Formosa, Santa Bárbara e *Sunrise Solo, Sunrise Solo* 72/12). Dianese et al. (2007) avaliaram nove genótipos (cinco do grupo Formosa e quatro do grupo Solo), e dentre estes, ‘Sekati’ apresentou menor valor médio de severidade de pinta-preta nas folhas.

No trabalho de Vivas et al. (2012), foram avaliadas 24 progênies de mamoeiro, estas progênies foram testadas para resistência à pinta-preta, envolvendo cinco características: folha a iniciar sintomas (FIS), incidência de pinta-preta nas folhas (IPP), severidade de pinta-preta na folha com a primeira flor aberta (SPP), com três escalas diagramáticas diferentes. Os autores concluíram com base no índice de seleção de Mulamba & Mock que as progênies mais promissoras para

resistência à pinta-preta foram ‘STA-02’, ‘STA-04’, ‘STA-08’, ‘STA-13’, ‘STA-15’, ‘STA-16’, ‘STA-17’, ‘STA-22’ e ‘STA-24’, as quais apresentaram redução de severidade de pinta-preta nas três escalas (Santos e Barreto, 2003; Santos Filho et al., 2007; Vivas et al., 2011). Os autores afirmaram que algumas progênies apresentaram severidade de pinta-preta abaixo do encontrado para o genótipo ‘Maradol’, testemunha de resistência.

O melhoramento para resistência à mancha-de-phoma e pinta-preta refere-se a trabalhos com dois tipos de estudos: a) introdução, avaliação e evidenciação de acessos (Dianese et al., 2007; Vivas et al., 2010a; 2012b; Poltronieri et al., 2019); e b) avaliação de heterose e seleção de famílias ou híbridos superiores (Vivas et al., 2011; 2012a; 2013a,b,c; 2014a,b,c; 2015; 2016; 2017; Poltronieri et al., 2017; 2019; 2020; Moreira et al., 2018; Pirovani et al., 2018; Moraes et al., 2019). De acordo com os trabalhos já desenvolvidos, ainda não se obteve acesso a um material genético registrado imune ou que detenha resistência plena a tais doenças. O grande entrave é a base genética estreita para características de resistência a doenças. O mamoeiro dioico vem sendo explorado para superar este problema, por trazer em sua constituição genética uma base mais ampla e rústica, podendo conferir resistência à mancha-de-phoma e pinta-preta (Vivas et al., 2010a; 2012b; 2013c; 2014 b; Moraes et al., 2019). Crê-se que, o efeito de grupos genéticos contratantes para características de resistência a doenças em plantas dioicas pode vir a cooperar para a incorporação de alelos de resistência e atribuir um avanço sustentável ao cultivo do mamoeiro. No entanto, as características FIS e IPP tiveram aumento, indicando que, para FIS, o aumento significa que a população tende a apresentar maior número de folhas sem sintoma. Para IPP, o aumento é indesejável, contudo, esta característica tem baixa variação genética e forte efeito ambiental (Vivas et al., 2013b).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DO MATERIAL VEGETAL UTILIZADO

Para dar início à Seleção Recorrente Intrapopulacional de Progênies Endogâmicas de Mamoeiro (SRIPEM), foi formada uma população base (UENF Caliman Population - UCP-C_0). Para obtenção desta população, cinco progênies dioicas de mamoeiro foram utilizadas, sendo elas STA-22(3), STA-05(5), STA-17(6), STA-02(6) e STA-04(5), selecionadas e descritas por Vivas et al. (2012, 2014) quanto à resistência à pinta-preta - *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl. e à mancha-de-phoma - *Stagonosporopsis caricae* (Sydow e P. Sydow) Aveskamp, Gruyter e Verkley (Syn. Phoma caricae - papayae (Tarr) Punith). Essas progênies foram recombinadas entre si e com cinco genitores elites (SS-72/12, JS-12, Sekati, UC 36/7 e UC 41/7), genitores de híbridos já registrados junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (Pereira et al., 2018).

Vale ressaltar que, já na formação da UCP-C_0, as progênies dioicas foram convertidas para ginoico-andromonoica, uma vez que ao se eliminar as plantas masculinas e utilizar as hermafroditas como doadoras de pólen, está se fazendo a conversão sexual pela substituição do cromossomo Y por Y^h (Ming et al., 2007).

Para os cruzamentos foram utilizadas cerca de 10 plantas de cada progênie dioica, totalizando 50 plantas. Cada uma dessas plantas receberam uma mistura de pólen formada a partir de 50 flores de cada um dos genitores elites (250 flores no total).

Após a recombinação, foram selecionados 4 frutos de cruzamento para cada progênie dioica totalizando 20 frutos. Para cada fruto, uma amostra de 200 sementes foi separada e estas sementes foram agrupadas formando um *bulk* com 4000 sementes. Estas sementes foram postas para germinar na área de produção de mudas da empresa Caliman Agrícola e após 30 dias foram plantadas na área experimental (Santa-Catarina et al., 2018).

Três meses após o plantio da UCP-C0 foi realizada a sexagem, mantendo as plantas hermafroditas. Aproximadamente 260 plantas foram avaliadas para aspectos agronômicos e para a resistência a doenças. Dessas 260 plantas apenas 222 produziram frutos e estas foram autofecundadas para a obtenção das progênies S_1, que corresponde à primeira fase da seleção recorrente (Obtenção das Progênies). Após a obtenção das progênies, foi montado o ensaio com 196 progênies para a avaliação agronômica e de doenças, e, posteriormente selecionadas as 40 progênies S_1 superiores que foram utilizadas no presente estudo.

4.2 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi instalado em Delineamento em Blocos Casuzalizados com 5 repetições das 40 progênies de mamoeiro selecionadas. As mudas foram transplantadas para a área experimental, com espaçamento de 1,5m x 3,6m, utilizando três mudas por cova. O transplantio ocorreu no mês de setembro do ano de 2020. A sexagem das plantas ocorreu aproximadamente aos 90 dias após o transplantio, onde, foram eliminadas as plantas femininas deixando apenas uma planta hermafrodita por cova, que foi considerada a parcela de mensuração. As práticas culturais foram realizadas conforme a recomendação para a cultura e orientadas pela empresa Caliman Agrícola S.A.

A área experimental foi localizada nas coordenadas 19° 23′ S latitude, 40° 04′ O longitude e 33 m altitude acima do nível do mar, em Linhares, ES, na fazenda Santa Terezinha, na empresa Caliman Agrícola S.A. Durante o experimento houve um volume de precipitação de 1366 mm e as médias diárias de velocidade do vento, temperatura do ar e umidade relativa do ar foram: 2.94 $m.s^{-1}$, 24.4ºC, 73.15%, respectivamente, dados obtidos pela estação meteorológica de Linhares – ES,

INMET. O clima da região é classificado como tipo AWi (tropical úmido), com verão chuvoso e inverno seco (Alvares et al., 2013).

4.3 AVALIAÇÃO DA DOENÇA

Com objetivo de avaliar progênies promissoras de mamoeiro quanto à resistência à pinta-preta e a mancha-de-phoma avaliou-se as seguintes características: número total de folhas (NFoT); número de folhas com pinta-preta (NFoPP); número total de frutos (NFrT); incidência de pinta-preta na folha (IPPFo); e incidência de pinta-preta no fruto (IPPFr).

O número total de folhas (NFoT) foi determinado pela contagem total de folhas presentes em cada planta, e o número de folhas com pinta-preta (NFoPP) foi determinado pela contagem de folhas com pinta-preta presentes em cada uma das plantas. As avaliações foram iniciadas aos 76 dias após o transplantio (DAT), sendo as plantas avaliadas durante o período de 75 dias, com cinco avaliações a cada 15 dias.

Quanto ao número total de frutos (NFrT), ele foi determinado pela soma da contagem de frutos comerciais, carpeloides e pentândricos presentes em cada planta de cada parcela. Do mesmo modo, o número de frutos com pinta-preta (NFrPP) foi determinado pela soma da contagem de frutos comerciais, com pinta-preta presentes em cada planta. Para a mensuração das variáveis número de folhas total e número de frutos total, utilizou-se o software ImageJ v1.50c, através do Plugin Cell counter. A contagem de folhas e frutos com pinta-preta foi feita no campo. Para a obtenção das imagens em campo a serem analisadas com o ImageJ, foi utilizada uma câmera digital Sony DSCHX 300, compreendendo duas fotografias por planta. A incidência de pinta-preta na folha (IPPFo) foi obtida pela relação entre o número de folhas com sintomas de pinta-preta e o número de folhas totais da planta, de acordo com a seguinte fórmula:

$$IPPFo = \left(\frac{nº\ de\ folhas\ com\ pinta - preta}{nº\ folhas\ totais}\right) x\ 100$$

A incidência de pinta-preta no fruto (IPPFr) foi determinada pela relação entre o número de frutos com sintomas de pinta-preta e o número de frutos totais da planta, a partir da fórmula:

$$IPPFo = \left(\frac{nº\ de\ folhas\ com\ pinta - preta}{nº\ folhas\ totais}\right) x\ 100$$

Incidência de mancha-de-phoma na folha (IMPFo): calculada pela relação do número de folhas com sintomas de mancha e do número de folhas totais da planta, segundo a fórmula:

$$IMPFo = \left(\frac{nº\ de\ folhas\ com\ mancha\ de\ phoma}{nº\ folhas\ \text{totais}}\right) x\ 100$$

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para avaliação de cada ensaio, foi adotado análise univariada em blocos completamente casualizados (DBC), seguindo o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij} \quad (1)$$

Em que:

Y_{ij} = Valor observado do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ = constante geral;

G_i = efeito fixo do i-ésimo genótipo;

B_j = efeito aleatório da j-ésimo bloco; e

e_{ij} = erro aleatório experimental associado observação Y_{ij}, com NID (0, σ^2).

Foram conduzidas a análise de variância, estimativa de parâmetros genéticos, e, quando constatado diferença significativa, foi efetuado o teste de agrupamento de médias, Scott-knott a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre tratamentos para todas as características estudadas, a saber: NFo: número de folha; IPPFo: incidência de pinta-preta em folha; IMPFo: incidência de mancha-de-phoma em folha; NFr: número de frutos; IPPFr: incidência de pinta-preta em fruto (Tabela 1). Esses resultados indicam existência de variabilidade genética entre os genótipos para as diferentes características avaliadas, o que é um indicativo favorável para o melhoramento dessas características.

A variância genotípica está relacionada a diferenças genéticas entre os indivíduos. Quando se dispõe de valores mais elevados para este componente, há indicativo de maior variabilidade genética, o que possibilita identificar genótipos superiores. Vivas (2012), avaliando genótipos crioulos de mamoeiro para resistência à pinta-preta, verificou que, embora tenha havido variabilidade genética para as características avaliadas, observou-se forte efeito ambiental. Em outro experimento que visou a avaliar incidência e severidade de oídio, mancha-de-phoma e pinta-preta em acessos do banco de germoplasma, o mesmo autor observou variabilidade para resistência às três doenças. Altos valores de variância ambiental não são desejados, uma vez que reduzem o ganho por seleção (Cruz, 2005).

Tabela 1 - Análise de variância das variáveis avaliadas no experimento com progênies de mamoeiro. Linhares, ES, 2020

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio									
		NFo		IPPFo		IMPFo		NFr		IPPFr	
Bloco	4	27,313		1,5858		1,4707		43,614		97,678	
Tratamento	39	151,073	**	0,8153	**	1,55036	**	129,136	**	172,537	**
Resíduo	156	44,608		0,37307		0,63212		61,108		40,647	
Total	199										
Média das progênies		48,59		97,19		97,20		25,10		81,93	
C.V.e(%)		13,74		0,63		0,82		31,15		7,78	
C.V. genético (%)		9,50		0,31		0,44		14,70		6,27	
Índice de Variação		0,69		0,49		0,54		0,47		0,81	

NFo: número de folha; IPPFo: incidência de pinta-preta em folha; IMPFo: incidência de mancha-de-phoma em folha; NFr: número de frutos; IPPFr: incidência de pinta-preta em fruto.
**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As características fitossanitárias estudadas apresentaram baixa herdabilidade, portanto, poligênica. Destaca-se, de acordo com Poltronieri (2018), a resistência à pinta-preta é governada por múltiplos genes, tratando-se, portanto, de uma característica que pode vir a sofrer variações no desempenho do genótipo a frente de diferentes ambientes.

O coeficiente de determinação genotípica (H^2) apresentou valores que variaram entre 54,24 e 76,44% de incidência para pinta-preta na folha e no fruto (Figura 1). Dado que para incidência de mancha-de-phoma em folha, a herdabilidade foi de 59,22% e para número de folhas e números de frutos os valores flutuaram entre 70,47 e 52,67%. Em estudo similar, Poltronieri (2019) avaliaram a identificação de híbridos de mamoeiro resistentes a *Asperisporium caricae* por heterose e chegaram a valores próximos ao presente estudo, chegando a valores de incidência de pinta-preta em folhas a 65,23%. Avaliando doenças foliares do mamoeiro, Vivas et al. (2012b, 2014c) em estudo sobre a resistência à pinta-preta, mancha-de-phoma e oídio concluíram que, apesar da herdabilidade não ter alcançado valores altos que implica de baixa características expostas nas progênies futuras em todas as características, obteve-se a capacidade de êxito no melhoramento para a resistência nas doenças trabalhadas. De acordo com (Allard,1971) isso demonstra que todas as diferenças relacionadas dentro das

estimativas de herdabilidade devem ser exemplificadas com especificidade para genótipos e ambientes pesquisados, e não relacionados com uma característica fixa do caráter fenotípico estudado.

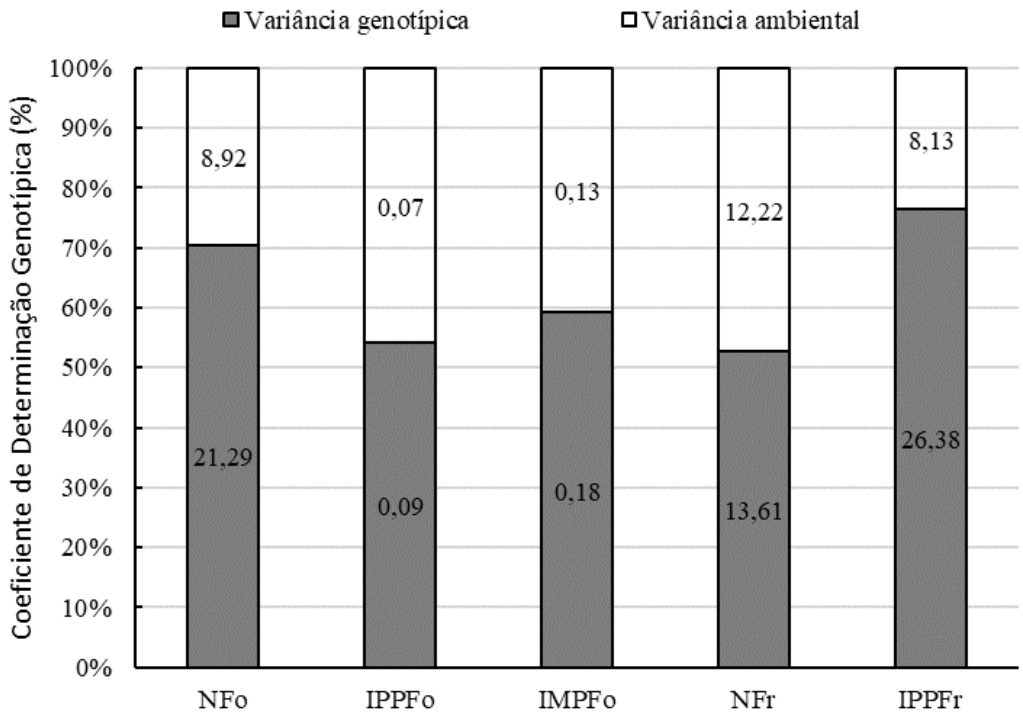


Figura 1. Estimativas do Coeficiente de determinação genotípico (H^2) obtidos para NFo: número total de folhas; IPPFo: incidência de pinta-preta nas folhas; IMPFo: incidência de mancha-de-phoma nas folhas; NFr: número total de frutos; IPPFr: incidência de pinta-preta nos frutos.

Após a verificação da existência de diferenças significativas em cada variável (Tabela 1), realizou-se o agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Tal fato teve por objetivo reunir as linhagens em grupos para cada característica avaliada, facilitando assim, a seleção de genótipos promissores.

A análise de incidência de pinta-preta nas folhas das progênies sucedeu na composição de dois grupos de genótipos distintos, sendo que 25% deles ficaram alocados no grupo (a) de maior média de incidência e os outros genótipos ficaram alocados no grupo (b) de menor média (Figura 2). Com destaque para as progênies

32, 85 e 153, que ficaram alocadas no grupo de menor incidência e diferiram do grupo de menor número de folhas.

Quanto à incidência de frutos doentes, ocorreu a composição de três grupos distintos, das 40 progênies a que melhor respondeu à doença (Figura 2) foi a progênie 61 apresentando a menor média, com as demais progênies formando dois grupos distintos em relação às médias obtidas, sendo 72,5% genótipos alocados no grupo (a) de maior média de incidência, e o grupo (b) composto por 25%, apresentando um valor intermediário entre as médias. Com destaque para as progênies 22, 61, 64, 76, 93, 182, 226, 227 e 252 que apresentaram divergentes do grupo de maior incidência para pinta-preta e folha e fruto. Os dados apresentados de incidência apresentam-se como possível portador de alelos que tendem a contribuir para a redução de doenças em progênies de mamoeiro.

Na comparação dos genótipos, quanto à incidência da mancha-de-phoma nas folhas, observou-se a formação de dois grupos, sendo o primeiro grupo (a), e o segundo grupo (b) compondo apenas 97,5 e 2,5% dos genótipos, pelo teste de agrupamento de médias Scott Knott (Figura 3). Valores intermediários de médias de incidência de pinta-preta nas folhas, foram avaliados na progênie 182, já nos frutos a progênie foi alocada no grupo que apresentou menor média. A progênie 182 também apresentou valores significativos para resistência a pinta-preta em folha e fruto. Tal fato permite antever a possibilidade de obtenção de material genético com menor nível de doença.

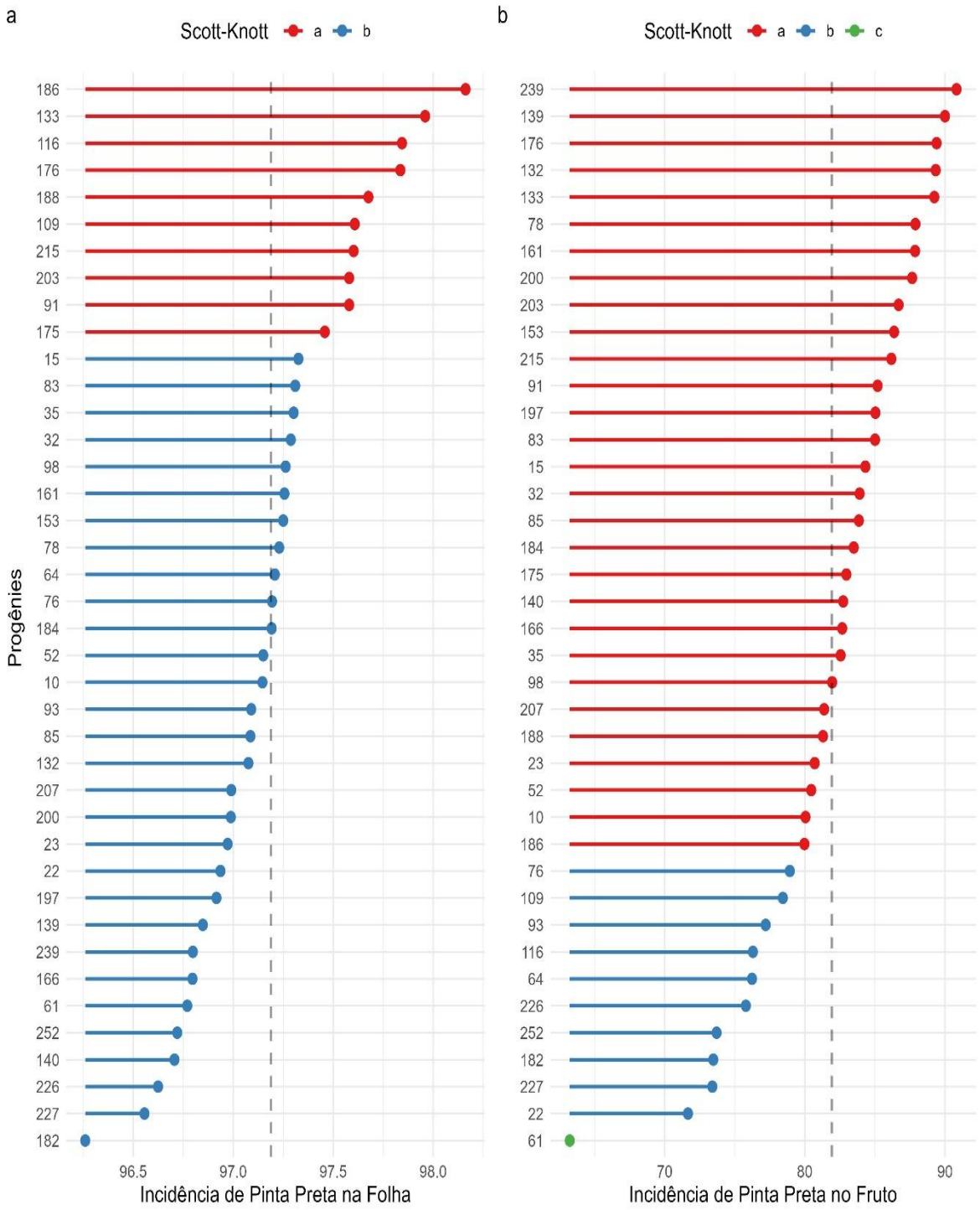


Figura 2: Agrupamento de média em progênies para pinta-preta (A. caricae) em folhas e frutos avaliadas em 2020, em Linhares, ES.

*Agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

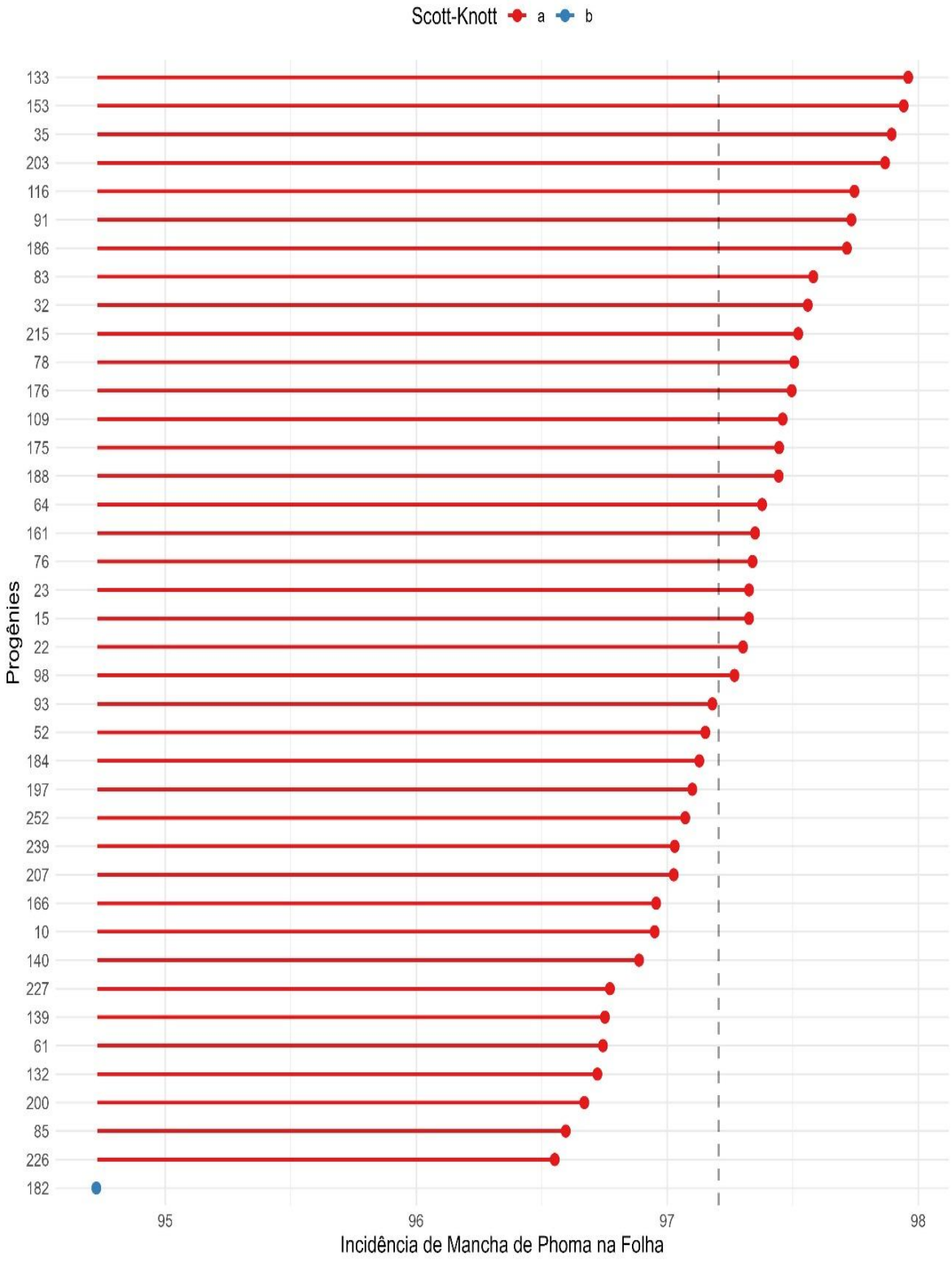


Figura 3: Agrupamento de média em progênies para mancha-de-phoma em folhas avaliadas em 2020, em Linhares, ES.

*Agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Pelo critério de agrupamento para a característica número de folhas (NFo), houve a formação de quatro grupos, sendo que o maior grupo (d) que apresentou menor média em relação ao número de folhas compreendeu 77,5% das progênies dos genótipos avaliados, já os menores grupos, (a) e (b) que apresentaram médias maiores compreenderam-se em 2,5% cada (Figura 4).

As progênies 133 e 186 apresentaram as maiores médias de número de folhas. Um segundo grupo foi formado pelas progênies 32, 85, 91, 116, 153, 176 e 215. Observa-se que a progênie 182 não figurou nos grupos de maiores médias de folha, logo, esta está alocada no grupo de menor número de folhas. Mesmo apresentando menor número de folhas a progênie figura com tendo características de resistência para a pinta-preta e mancha-de-phoma. Por outro lado, o reduzido número de folhas afetou a sua produção. Uma vez que a progênie não está presente no grupo de maiores médias de frutos.

Para o número de frutos (NFr) ocorreu a formação de dois grupos, sendo que 37,5% dos genótipos apresentaram valores chegando até 35 frutos por planta no grupo (a), porém no grupo (b) os valores chegaram até 26 frutos por planta. Cardoso (2015) em seu trabalho analisando a produção e a qualidade de frutos, chegou a valores de 40 frutos por planta em mamoeiro, obtendo valores bem próximos ao encontrado no seguinte trabalho.

No presente estudo, as progênies que apresentaram os maiores números de frutos foram: 10, 32, 35, 85, 109, 133, 139, 161, 175, 176, 186, 197, 203, 227 e 239. Destas progênies, destacam-se 32, 85, 133, 176 e 186 com potencial para incremento do número de folhas e frutos em mamoeiro.

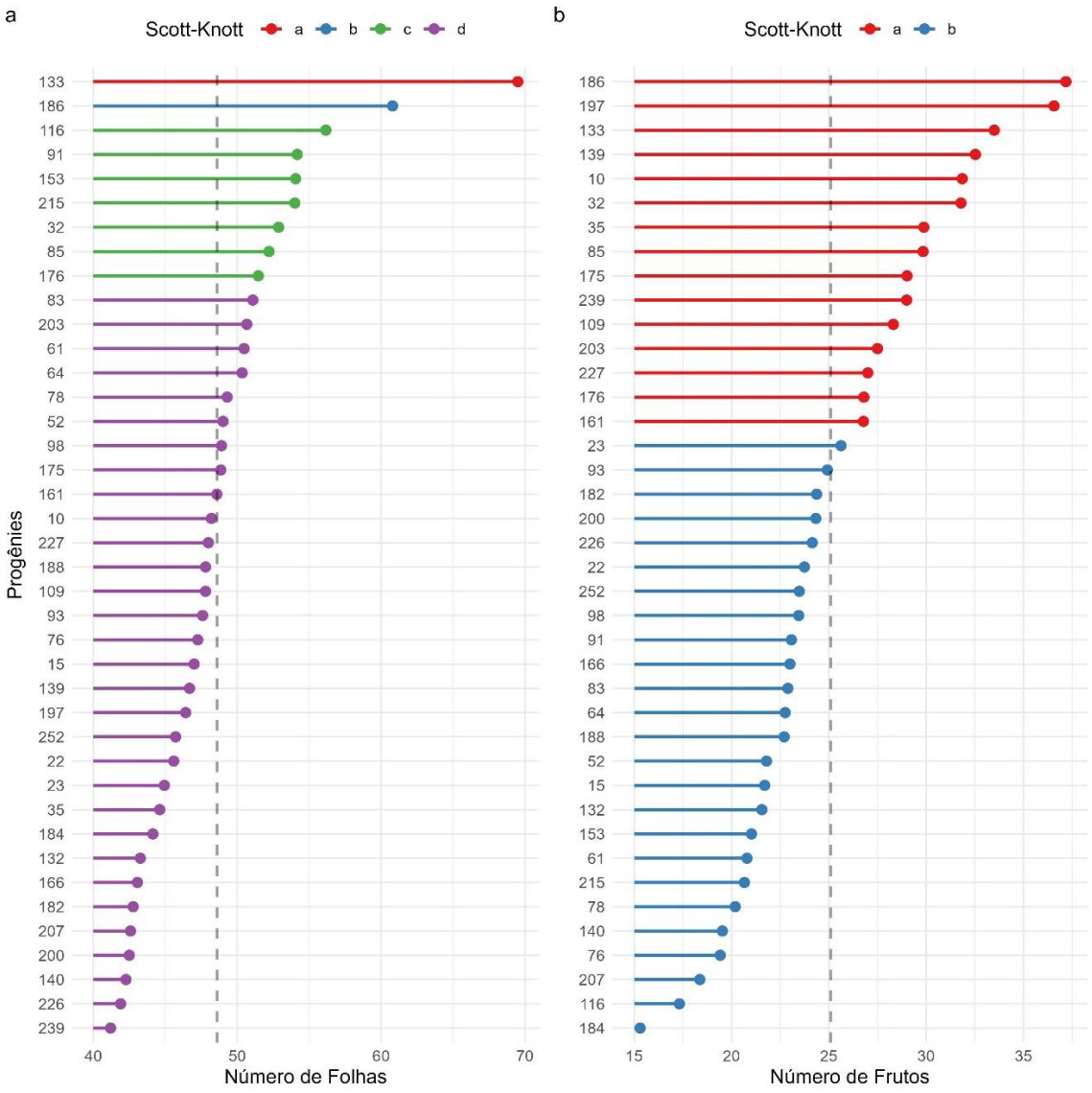


Figura 4: Características agronômicas avaliadas Número de folhas e Número de frutos, das 40 progênies de mamoeiro cultivadas em 2020, em Linhares, ES.

*Agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

As avaliações apontam a existência de variabilidade genética para resistência a pinta-preta e a mancha-de-phoma e sugerem potencial de seleção para esta característica entre as progênies estudadas**.** Contudo, a influência do ambiente foi dominante nos resultados obtidos, o que sugere a avaliação das progênies em mais ambientes para tornar satisfatório os resultados adquiridos no estudo. O que pode vir a ser evidenciado pelos baixos valores das estimativas de herdabilidade para as características incidência de pinta-preta em folhas e frutos e incidência de mancha-de-phoma em folhas.

Ressalta-se a grande importância de um melhor controle ambiental para a obtenção de um ambiente mais homogêneo, diante de altos valores de herdabilidade, pela associação entre estes valores e as maiores magnitudes de variância genotípica das características avaliadas, para possibilitar uma seleção de genótipos superiores.

Tendo como referência estes resultados, será possível o avanço de gerações das progênies para resistência à pinta-preta e a mancha-de-phoma para geração de linhagens superiores resistentes a estas doenças.

A progênie 182 também apresentou valores significativos para resistência à pinta-preta em folha e fruto. Tal fato permite antever a possibilidade de obtenção de material genético com menor nível de doença.

As progênies 32, 85, 133, 176 e 186 possuem potencial para incremento do número de folhas e frutos em mamoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adikaram, N.K.B., Wijepala, M. (1995) *Asperisporium* black spot in *Carica papaya*: a new disease in Sri Lanka. *J Natl Sci Counc Sri Lanka* 23: 213–219.

AMORIM, L. et al., (2016) Manual de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. 5° ed. [s.l.] *Agronômica Ceres*.

Aravind, G., Bhowmik, D., Duraivel, S., Harish, G. (2013) Traditional and Medicinal Uses of *Carica papaya*. *J Med Plants Stud* 1: 7–15.

Badillo VM (1971) Monografia de la família Caricaceae. Universidad Central de Venezuela, Maracay, 140p.

Badillo VM (2000) Carica L. vs. Vasconcella St.Hil. (Caricaceae) con la rehabilitación de este último. *Ernstia* 10: 74-79.

Badillo, V.M. (1993) Caricaceae – Segundo esquema. Rev La Fac Agron La Univ Cent Venez Macaray 64p.

Barreto, L. F., Savan, P. A. L., de Lima, L. L., & Lodo, B. N. (2011) Avaliação de fungicidas no controle de *Asperisporium caricae* na cultura do mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *33*(spe1), 399–403.

Campbell, C.L., Madden, L. V. (1990) *Introduction to plant disease epidemiology.* New York: John Wiley & Sons., xvii + 532 pp.p.

Cardoso, Deisy Lucia, et al. (2014) "Heterosis in papaya: inter and intragroup analysis/Heterose no mamão: análise inter e intra-grupo." *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 36, no. 3, Sept, pp. 610.

Cardoso DL, Vivas M, Amaral Junior AT do, Pereira MG (2015). Análise dialélica de Hayman de características relacionadas à produção e a qualidade de frutos em mamoeiro. *Bragantia*. [Internet]. Oct;74(Bragantia, 74(4)). Available from: https://doi.org/10.1590/1678-4499.0114

Carvalho C, KistBB, Beling RR (2020). Anuário Brasileiro de Fruticultura 2020. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2020. p 77.

Carvalho FA, Renner SS (2012) A dated phylogeny of the papaya family (Caricaceae) reveals the crop's closest relatives and the family's biogeographic history. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 65(1): 46–53. doi: 10.1016/j.ympev.2012.05.019

Carvalho, F.A. and., Renner, S.S. (2014) The phylogeny of the Caricaceae. In: Ming, R., Moore, P.H. (org) Genetics and Genomics of Papaya. *Springer*, New York: p. 81–92 81–92.

Chagas, J.T.B.; Vivas, M.; Moraes, R.; Francelino, H.O.; Jorge, T.S.; Santa'Catarina, R.; Amaral Júnior, A.T.; Daher, R.F.; Pereira, M. G. (2021) Prospection of genotypes resistant to black spot in half-sib families of papaya. *Agronomy Journal*, v. 13, p. 4661-4671.

Chan, Y.K. (2009) Breeding papaya (*Carica papaya* L.). In: Jain, S. M., Priyadarshan, P. M. Breeding plantation tree crops: Tropical species. 1. ed. New York: Springer p. 121-159.

CONAB (2020) Boletim hortigranjeiro. v.6, n. 2, Brasília.

Crous, P.W., Braun, U. (2003) *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), 571 pp.p.

Cumagun, C.J.R., Padilla, C.L. (2007) First record of *Asperiporium caricae* causing black spot of papaya in the Philippines, Australasian Plant Disease Notes, 2, 89–90.

Damasceno Junior, P.C., Costa, F.R., Pereira, T.N.S., Neto, M.F., Pereira, M.G. (2009a) Karyotype determination in three Caricacea species emphasizing the cultivated form (*Carica papaya* L.). *Caryologia* 62:10-15.

Damasceno Junior, P.C., Pereira, T.N.S., Pereira, M.G., Silva, F.F., Souza. M.M., Nicoli, R.G. (2009b) Preferential reproduction mode of hermaphrodite papaya plant (*Carica papaya* L.; Caricaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura* 31(1):182-189.

Dantas, J.L.L. (2000) Introdução, In: TRINDADE, A, V, Mamão Produção: aspectos técnicos, 1a Ed, 98 Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p, 9-9.

Dantas, J.L.L., de Oliveira, E.J., Pereira, M.G., Cattaneo, L.F. (2011) Melhoramento genético do mamoeiro no Brasil. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 5., Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM.

Dantas, J.L.L., Junghans, D.T., Lima, J.F. (2013) Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde.2 ed. Brasília, DF: Embrapa. 170p.

Dantas, J.L.L., Lima, J.F. (2001) Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro: avaliação de linhagens e híbridos. *Revista Brasileira de Fruticultura* 3:617-621.

Dianese, A.C., Blum, L.E.B., Dutra, J.J., Lopes, L. F., Sena, M.C., Freitas, L.F. (2008) Avaliação do efeito de fosfitos na redução da varíola (*Asperiporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*), *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30(3), 834-837.

Donadio, L.C., Zaccaro, R.P. (2016) *Variedades, Toda Fruta,* Disponível em: http://www,todafruta,com,br/mamao/. Acesso em: 12 outubro, de 2021.

DURIGAN, M. F. B.; DURIGAN, J. F. (2014) Tecnologia Pós-colheita e Processamento de Mamão: Qualidade e Renda aos Produtores Roraimenses. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 27 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 55).

Ellis, M.B. (1971) Dematiaceous Hyphomycetes. Kew, Commonwealth Mycological Institute., 608 pp.p.

EMBRAPA (2019) Plano estratégico para a cultura do mamoeiro 2017-2021. Embrapa Mandioca e Fruticultura Cruz das Almas.

Evans, E.A., Ballen, F.H. (2012) An Overview of Global Papaya Production, Trade and Consumption. Electronic Data Information Source (EDIS) FE981. University of Florida, Gainesvaille.

FAOSTAT (2019) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops production. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Acesso em: 22 ago, 2021.

Huerta-Ocampo, J.Á., Osuna-Castro, J.A., Lino-López, G.J., Barrera-Pacheco, A., Mendoza-Hernández, G., De León-Rodríguez, A., Barba de la Rosa, A.P. (2012) Proteomic analysis of differentially accumulated proteins during ripening and in response to 1-MCP in papaya fruit. *J Proteomics* 75: 2160– 2169.

IBGE, I.B. de G. e E. (2020) Produção Agrícola Municipal. https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas.

IBGE. (2019) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/. acesso em 22 de agosto de 2021.

INDEX FUNGORUM, (2018) disponível em: http://www,indexfungorum,org/ names/Names,asp, acesso 12 de setembro, de 2021.

Marin, S. L. D., Gomes, J. A., Salgado, J. S. (2018) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. In: VII Simpósio do Papaya Brasileiro. 1ed.Vitória, ES: DCM/Incaper, v. 6, p. 01-68.

Martelleto, L.A.P., Ribeiro, R.L.D., Surdo-Martelleto, M., Vasconcellos, M.A.S., Marin, S.L.D. e Pereira, M.B. (2008) Cultivo orgânico do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália' em diferentes ambientes de proteção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(3): 662-666.

Meeboon, J., Hidayat, I., To-anun, C. (2007) An annotated list of cercosporoid Fungi in Northern Thailand, *Journal of Agricultural Technology Agricultural Technology*, 3(1), 51-63.

Ming, R., Hou, S., Feng, Y., Yu, Q., Dionne-Laporte, A., Saw, J.H., Alam, M. et al. (2008) The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus). Nature 452: 991–996. Ming, R., Yu, Q., Moore, P.H. (2007) Sex determination in papaya. *Semin Cell Dev Biol* 18: 401–408.

Ming, R., Yu, Q., Moore, P.H. (2007) Sex determination in papaya, *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 18(3), 401-408.

Ming, R., Yu, Q., Moore, P.H. (2012) "Papaya genome and genomics," in Genomics of Tree Crops, eds Schnell, R.J., Priyadarshan, P.M. (New York, NY: Springer), 241–259.

Modi, A., Suthar, K., Thakkar, P., Mankad, M.C., Kumari, S., Narayanan, S., Singh, A.S., Kumar, N. (2018) Evaluation of sex specific RAPD and SCAR markers linked to papaya (*Carica papaya* L.). *Biocatal Agric Biotechnol* 16: 271–276.

Moraes, R., Vivas,M., Vivas, J. M. S., Daher, R. F., Gravina, G. A., de Oliveira Francelino, H., da Cruz, D. P., de Sousa Ramos, G. K., & Gonzaga Pereira, M. (2019). Genetic parameters and performance of papaya genotypes to black spot resistance (*Asperisporium caricae*). *Australian Journal of Crop Science*, *13*(5), 649–655.

Nogueira, E.M.C.; Ferrari, J.T.; Domingues, R.J.; Töfoli J.G. (2011) A ação do fungicida Flutriafol no controle da Varíola na cultura do mamão. Biológico, São Paulo, 73(1):39-42.

Oliveira, A.A.R., Nascimento, A.S., Barbosa, C.J., Santos Filho, H.P., Meissner Filho, P.E. (2000) Doenças, 37-49, In: Ritzinger, C.H.S.P., Souza, J.S.. Mamão - Fitossanidade, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA (Frutas do Brasil, 11), p, 37-49.

Pereira, A.V. da S., Martins, R.B., Michereff, S.J., da Silva, M.B., Câmara, M.P.S. (2012) Sensitivity of Lasiodiplodia theobromae from Brazilian papaya orchards to MBC and DMI fungicides. *Eur J Plant Pathol* 132: 489–498.

Pereira, M.G., Ferreguetti, G.A., Ramos, H.C.C., Santa-Catarina, R., Vettorazzi, J.C.F.,Poltronieri, T. de S.P., Arêdes, F.A.S., Boechat, M.S.B., Azevedo, A.O.N., Moreira, N.F., Bohry, D., Pereira, T.N.S., Silveira, S.F. da., Vivas, M.(2018) Melhoramento Genético Do Mamoeiro: Programa Uenf / Caliman. *In*:GTTC/INCAPER. (ed) *VII Simpósio do Papaya Brasileiro*. Vitória, ES, Brazil: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, p. 1– 41 141

Pérez, E.G. (2004). Melhoramento do mamoeiro. Toda fruta. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostraconteudo.asp?conteudo=6062. Acesso em 12 de set. 2021.

Poltronieri, T.P.S., Silveira, S.F., Vivas, M., Santa Catarina, R., Cortes, D.F.M., Azevedo, A.O.N. e Pereira, M. G. (2017). Selecting black-spot resistant papaya genotypes derived from backcrossing and hybrids. *Genetics and molecular research: GMR*, 16(1).

Poltronieri, T.P.S., da Silveira, S. F., Vivas, M., Santa-Catarina, R., Azevedo, A. O. N., Cortes, D. F. M., & Pereira, M. G. (2019). Identification of papaya hybrids resistant to *Stagonosporopsis caricae* by heterosis: a possible reality?. *Euphytica*, 215(2), 1-8.

Rezende, J.A.., Martins, M.C. (2005) Doenças do mamoeiro. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. (org) Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas., *Ceres*, v.2. São Paulo: p. 435– 443 435–443.

Santana, E.N. *Controle químico das doenças fúngicas do mamoeiro em pré e pós-colheita pelo uso de fungicidas e ceras*. 2004. Tese (Doutorado em Fitopatologia) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

Santos, M.C., Barreto, M. (2003) Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamento com fungicidas. *Summa Phytopathol* 29: 141–146.

Santos Filho, H.P., Oliveira, A.A.R., Noronha, A.C.S., Sanches, N,F., Lopes, F.F., Andrade, P.R.O., Osório, A.C.B., Souza, J.A., Oliveira, A.M.G., Santos, M.J. (2007) Monitoramento e controle da Pinta-preta do mamoeiro, Cruz das Almas: Embrapa,, 5p, (Comunicado técnico 125b).

Santos, P.H.D. dos., Silveira, S.F. da., Vivas, M., Carvalho, B.M., Pereira, M.G. (2017) Alternative control to black spot disease in papaya genotypes. *Summa Phytopathol* 43: 60–62.

Serafini, S.; Soares, J. G.; Picoli, F.; Dinon, A. Z.; Robazza, W. da S.; Paulino, A. T. (2021) Aspects and peculiarities of the commercial production of papaya (*Carica*

papaya Linnaeus) in Brazil: strategies for the future of culture. *Research, Society and Development*, *[S. l.]*, v. 10, n. 12, p. e544101220551

Serrano, L.A.L., Cattaneo, L.F. (2010) O Cultivo do mamoeiro no Brasil. *Revista Brasileira Fruticultura* 32:657–959.

Silva, L.G. (2010) Isolamento e crescimento de *Asperiporium caricae* e sua relação filogenética com *Mycosphaerellaceae*. (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 58p.

Silva, C.A., Nascimento, A.L., Ferreira, J.P., Schmildt, O., Malikouski, R.G., Alexandre, R.S., ... e Schmildt, E.R. (2017). Genetic diversity among papaya accessions. *African Journal of Agricultural Research*, 12(23), 2041-2048.

Souza, M.G., Pereira, J.C.R., Garcia, M.V.B., Kano, C., Brioso, P.S.T. (2014) Primeiro relato de Pinta-preta, causada por *Asperiporium caricae*, em Mamoeiro no Amazonas, Comunicado técnico 109p.

Videira, S.I.R., Groenewald, J.Z., Nakashima, C., Braun, U., Barreto, R.W., de Wit, P.J.G.M., Crous, P.W. (2017) *Mycosphaerellaceae* – Chaos or clarity?. Stud Mycol 87: 257–421.

Vivas, M., Terra, C.E.P. da S., Silveira, S.F. da., Fontes, R.V., Pereira, M.G. (2010b) Escala diagramática para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro. *Summa Phytopathol* 36: 161–163.

Vivas, M., Silveira, S.F. da., Terra, C.E.P. da S., Pereira, M.G. (2011) Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. *Crop Breed Appl Biotechnol* 11: 36–42.

Vivas, M., Silveira, S.F. da., Cardoso, D.L., Pereira, M.G., Santos, P.H.D. dos., Ferreguetti, G.A. (2012a) Capacidade combinatória e heterose para resistência à pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. *Trop Plant Pathol* 37: 162 326–332.

Vivas, M., Silveira, S.F. da., Cardoso, D.L., Pereira, M.G., Santos, P.H.D. dos., Ferreguetti, G.A. (2012b) Capacidade combinatória e heterose para resistência à pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. *Trop Plant Pathol* 37: 326–332.

Vivas, M., Silveira, S.F., Vivas, J.M.S., Pereira, M.G. (2013) Predição de ganhos genéticos e seleção de progênies de mamoeiro para resistência à pinta-preta, *Tropical Plant Pathology*, 38:142-148.

Vivas, M., Silveira, S.F. da., Vivas, J.M.S., Pereira, M.G. (2013b) Predição de ganhos genéticos e seleção de progênies de mamoeiro para resistência à pinta-preta. *Trop Plant Pathol* 38: 142–148.

Vivas, M., Felipe, S., Maganha, J., Vivas, S., Viana, A.P., Teixeira, A., Pereira, M.G. (2014) Selection of female papaya progenies for resistance to phomaspot using mixed models. *Bragantia* 73: 446–450.

Vivas, M., Silveira, S.F., Viana, A.P., Do Amaral, A.T., Ferreguetti, G.A., Pereira, M.G. (2015). Resistance to multiple foliar diseases in papaya genotypes in Brazil. *Crop Protection* 71: 138–143.

Vivas, M., Ramos, H.C.C., Santos, P.H.D., Silveira, S.F., Pereira, T.N.S., do Amaral, A.T., Pereira, M.G. (2016) Heterosis and genetic diversity for selection of papaya hybrids for resistance to black spot and phoma spot. *TropPlant Pathol* 41: 380–389.

Zhu, Y.J., Jia, R. (2016) Papaya genome analysis for disease resistance genes and molecular markers in *Carica papaya* and wild relative: Vasconcellea goudotiana. *Acta Hortic* 1111: 1–6.

Zonta, E.P., Machado, A.A., Silveira Junior, P. (1984) *Sistema de análises estatísticas para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: UFP, 151p.