

**PARÂMETROS GENÉTICOS E REPETIBILIDADE PARA  
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO A PINTA-PRETA  
EM SUCESSIVAS AVALIAÇÕES**

**RAMON DE MORAES**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO - UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
FEVEREIRO– 2018**

**PARÂMETROS GENÉTICOS E REPETIBILIDADE PARA  
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO A PINTA-PRETA  
EM SUCESSIVAS AVALIAÇÕES**

**RAMON DE MORAES**

“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 Genética e Melhoramento de Plantas”

Orientador: Prof. Marcelo Vivas

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
FEVEREIRO– 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCH / UENF

057/2018

M827 Moraes, Ramon de.

Parâmetros genéticos e Repetibilidade para Resistência de genótipos de mamoeiro a pinta-preta em sucessivas avaliações / Ramon de Moraes. Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

55 f. : il.

Bibliografia: 36 – 44.

Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

Orientador: Marcelo Vivas.

1. *Asperisporium caricae*. 2. Resistência Genética. 3. *Carica papaya*. 4. Doença Foliar. 5. Gráfico Boxplot. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 634.651

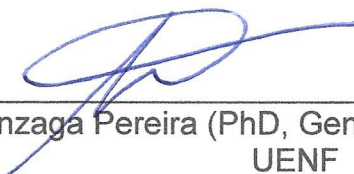
PARÂMETROS GENÉTICOS E REPETIBILIDADE PARA  
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO A PINTA-PRETA  
EM SUCESSIVAS AVALIAÇÕES

**RAMON DE MORAES**

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 Genética e Melhoramento de Plantas

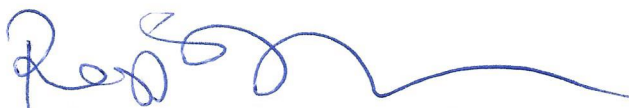
Aprovada em 21 de fevereiro de 2018

Comissão Examinadora




---

Prof. Messias Gonzaga Pereira (PhD, Genética e Melhoramento de Plantas)  
UENF



---

Prof. Rogério Figueiredo Daher (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF



---

Dr. Marcelo Geraldo Morais Silva (D.Sc., Produção Vegetal) - IFF



---

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

Dedico e ofereço, ao meu Pai Fabricio - *In memoriam*, a minha querida Mãe Selma, minha Avó Marta, meu Irmão Romulo, minha Esposa Luana e meu lindo Filho Lucas

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir que eu chegasse até aqui.

À UENF e CAPES, pelo suporte financeiro e pela infraestrutura para a realização do nosso trabalho.

Ao meu orientador, professor Marcelo Vivas, pelos ensinamentos, pela confiança e atenção na realização deste trabalho.

Aos meus familiares, em especial à minha mãe Selma e a minha avó Marta e ao meu irmão Romulo por acreditarem e torcerem sempre pelo meu sucesso.

A minha esposa Luana, pelo carinho e pela companhia ao longo desta trajetória. E ao meu filho Lucas por me proporcionar tantos sorrisos e orgulhos.

Aos professores do LEAG e LMGV, em especial, os meus conselheiros professores Rogério Daher e Messias Pereira pelas valiosas contribuições.

Aos colegas do LEAG pela amizade e pela agradável convivência durante este período de mestrado, Ana Kesia, Wanessa, Ygor (LFIT), Rafael, Yure e Derivaldo. A todos os demais amigos que estão próximos e distantes.

Ao secretário do LMGV, Daniel, pela atenção, dedicação e auxílio nos momentos burocráticos e amizade.

E a todos que deram a sua contribuição para que este trabalho fosse realizado.

## SUMARIO

<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	4
2.1.GERAL .....	4
2.2.ESPECIFICO.....	4
<b>3. REVISAO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
3.1. Aspectos botânicos e importância econômica da cultura do mamoeiro .....	5
3.2. Principais doenças da cultura do mamoeiro .....	7
3.3. Pinta-preta do mamoeiro <i>A. caricae</i> : Etiologia, epidemiologia e medidas de controle.....	7
3.4. Melhoramento visando resistência a doença.....	9
3.5. Estimativa de repetibilidade.....	11
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
4.1. Material vegetal utilizado .....	13
4.2. Delineamento estatístico e condições experimentais .....	13
4.3. Características avaliadas.....	14

4.4. Análise estatística dos dados .....	14
4.4.1. Gráfico boxplot.....	14
4.4.2. Parâmetros genéticos .....	15
4.4.3. Coeficiente de repetibilidade .....	15
4.4.4. Coeficiente de determinação .....	18
4.4.5. Número mínimo de medições .....	18
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>19</b>
5.1. Análise descritiva.....	19
5.2. Análise da variância; parâmetros genéticos e teste de médias .....	22
5.3. Repetibilidade e número mínimo de avaliação .....	29
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>



## RESUMO

MORAES, Ramon de; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Fevereiro, 2018. PARÂMETROS GENÉTICOS E REPETIBILIDADE PARA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO A PINTA-PRETA EM SUCESSIVAS AVALIAÇÕES; Orientador: Marcelo Vivas; Conselheiros: Rogério Figueiredo Daher e Messias Gonzaga Pereira.

O Brasil, é o segundo maior produtor mundial de mamão com 1,4 milhões de toneladas, no ano de 2016. Esta cultura, porém, é acometida por diferentes agentes etiológicos em diferentes etapas do seu desenvolvimento, o que constitui um grande desafio a ser superado. O presente estudo teve por objetivo avaliar características relacionados a resistência genética de mamoeiro a pinta-preta ao longo do tempo, bem como estimar parâmetros genéticos associados as características avaliadas e também, expor o número mínimo de medições necessárias para obtenção de resultados consistentes. Para tal, instalou-se experimento em DBC, com seis genótipos e quatro repetições. Quatro meses após a instalação do experimento, quantificou-se mensalmente quatro características relacionadas a pinta-preta, durante nove meses. Com os valores das avaliações construiu-se gráfico boxplot para caracterizar a magnitude das variáveis e descrever a dispersão do conjunto de dados ao longo das avaliações, realizou-se análise de variância, estimativa de parâmetros genéticos e teste de comparações de média. Estimou-se ainda o coeficiente de repetibilidade, para a estimativa destes parâmetros, foram utilizados quatro métodos distintos. O gráfico boxplot permitiu

caracterizar a magnitude das variáveis e descrever a dispersão do conjunto de dados ao longo das avaliações, sendo as severidades de pinta-preta estimada na quinta folha (SPP5F) e na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA) as variáveis que apresentaram poucas flutuações nos valores do intervalo médio, indicando que o ambiente tem pouca influência nas estimativas destas características. Não por acaso, a SPP5F e SPPFA foram as características que geraram melhores resultados para fins de seleção de genótipos em todas as avaliações realizadas, com altas magnitudes de coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), coeficiente de variação genotípica ( $CVg$ ), coeficiente de variação relativa ( $CVr$ ) e acurácia seletiva ( $AS$ ). Observou-se ainda que os meses de julho, agosto, setembro e outubro, foram os meses com maior representatividade para avaliar atributos relacionados a resistência a pinta-preta em folhas de mamoeiro. De modo geral, observa-se que a incidência de folhas com sintoma da pinta-preta (IPP) e severidade da pinta-preta estimada na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA) foram as variáveis que apresentaram as maiores magnitudes de coeficiente de repetibilidade ( $r$ ), sendo necessárias, respectivamente, cinco e três avaliações considerando o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 90%.

## ABSTRACT

MORAES, R, State University of Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February, 2018. GENETIC PARAMETERS AND REPETIBILITY FOR RESISTANCE OF *Carica papaya* GENOTYPES TO BLACK-SPOT IN SUCCESSIVE EVALUATIONS; Advisor: Marcelo Vivas; Co-Advisor: Rogério Figueiredo Daher e Messias Gonzaga Pereira.

Brazil is the second largest producer of papaya with 1.4 million tons in 2016. This crop, however, is affected by different etiological agents at different stages of its development, which constitutes a great challenge to be exceeded. The objective of the present study was to evaluate characteristics related to the genetic resistance of papaya to black-spotted over time, as well as to estimate genetic parameters associated with the evaluated characteristics and also to expose the minimum number of measurements needed to obtain consistent results. In order to do so, a DBC experiment was carried out with six genotypes: "STZ-03", "SS-PT", "Golden" (from the soil group) "Maradol" (from the formosa group) "STA-04" and "STA-10" (landraces), and four replicates. Four months after the installation of the experiment, were monthly quantified four technical features related to black spot for nine months. With the values of the evaluations, a boxplot graph was constructed to characterize the magnitude of the variables and to describe the dispersion of the data set during the evaluations, we conducted analysis of variance, estimation of genetic parameters and test of mean comparisons. In order to estimate these parameters, four different methods were used. The boxplot graph allowed to characterize the

magnitude of the variables and to describe the dispersion of the data set throughout the evaluations, with the estimated black-spot severity in the fifth leaf (SPP5F) and in the leaf with the axilla attached to the first open flower (SPPFA). variables that presented few fluctuations in the values of the mean interval, indicating that the environment has little influence in the estimations of these characteristics. Not surprisingly, SPP5F and SPPFA were the characteristics that generated the best results for genotype selection in all evaluations, with high magnitudes of genotypic determination coefficient ( $H^2$ ), genotype coefficient of variation (CVg), coefficient of variation relative (CVr) and selective accuracy (AS). It was also observed that the months of July, August, September and October were the most representative months to evaluate attributes related to black-spot resistance on papaya leaves. In general, it is observed that the incidence of leaves with symptom of black-spotted (IPP) and severity of black-spot estimated on leaf with axilla attached to the first open flower (SPPFA) were the variables that presented the highest magnitudes of coefficient of repeatability ( $r$ ), with five and three evaluations being necessary considering the coefficient of determination ( $R^2$ ) of 90%.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande potencial para aumentar a produção de frutas frescas, setor este que emprega cerca de 27% da mão de obra agrícola no país (Treichel et al., 2016). Dentre as frutas produzidas, destaca-se o mamoeiro (*Carica papaya* L.), que em 2016, gerou US\$ 43 milhões de dólares em exportação, com o total de 37,9 mil toneladas de frutas exportadas (Kist et al., 2017). Os Estados da Bahia (753.42 mil toneladas) e do Espírito Santo (251.36 mil toneladas), são considerados os maiores produtores, contribuindo com 70% da produção nacional (IBGE, 2018).

No cenário atual, para uma produção de mamão rentável e de sucesso é necessária uma visão de ampliação da capacidade de produção com qualidade e sustentabilidade focados no cuidado com o meio ambiente, segurança alimentar e a responsabilidade social, além disso, um grande desafio é escapar das limitações de natureza fitossanitária (Amorim et al., 2016). Relata-se ainda que a restrita diversidade genética das lavouras comerciais, aumenta a vulnerabilidade da cultura ao ataque de pragas e doenças como por exemplo, a pinta-preta (Moraes et al., 2011).

A pinta-preta *Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl., é uma das doenças fúngicas que tem consequências expressivas em perdas de área fotossintética e recorrentes danos à produção e qualidade de frutos de mamão (Oliveira et al., 2000; Martelleto et al., 2008; Souza et al., 2014). O desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças é uma medida estratégica para a sustentação e aumento da

competitividade do agronegócio mamoeiro, bem como seguir a tendência do mercado consciente quanto a segurança alimentar, tendo em vista a grande imposição dos mercados europeu e americano, tanto pela qualidade dos frutos quanto pela exigência de concentrações cada vez mais reduzidas de agrotóxicos nos alimentos (Costa e Pacova, 2003; Bragoto et al., 2017).

Neste sentido, conhecer a variabilidade genética dos genótipos em estudo, torna-se essencial para traçar estratégias de melhoramento (Vivas et al., 2014; Vivas et al., 2015; Vivas et al. 2016; Poltronieri et al., 2017). Indo de encontro a esse pensamento, a utilização das estimativas de parâmetros genéticos é importante para expor a variabilidade do material genético em estudo (Cardoso et al., 2009; Vivas et al., 2012a; Vivas et al., 2017). Além disso, as estimativas dos parâmetros genéticos também permitem inferir sobre a influência ambiental sobre uma dada característica. Tal informação, torna-se valiosa no processo de escolhas das variáveis a serem utilizadas para a seleção de genótipos superiores.

Para pinta-preta em folhas de mamoeiro observou-se valores de coeficiente de determinação genotípico de 3,81 a 69,51 (Vivas et al., 2012a), no entanto, tal avaliação foi pontual, havendo necessidade de avaliações em diferentes épocas do ano. Permitindo assim, avaliar se há alteração nas estimativas desses parâmetros ao longo da epidemia (do tempo), uma vez que a doença é reflexo de três fatores: Ambiente, Patógeno e Hospedeiro (Amorim et al., 2016).

No processo de avaliação de plantas, principalmente as perenes ou semi-perenes como é o caso do mamoeiro, é comum a realização de medidas repetidas de uma determinada característica no mesmo indivíduo. De acordo com Cruz et al. (2004), o grau de correlação entre as medidas repetidas no mesmo indivíduo no tempo ou espaço define estatisticamente o coeficiente de repetibilidade. Embora, seja comum o uso de medidas repetidas na cultura do mamoeiro, ainda são escassos os estudos envolvendo a análise de repetibilidade (Liberato et al., 2004; Luz et al., 2015), o que confere a este trabalho, pioneiro para a cultura em questão de caráter inovador. De modo geral, a repetibilidade fornece o valor máximo que a herdabilidade pode atingir, sendo, esta fundamental para orientar os trabalhos de melhoramento (Botrel et al., 2000; Cruz, et al., 2012), permitindo, estabelecer o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que a discriminação, ou seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente, ou

seja, consuma menos tempo e tenha menor custo de mão-de-obra (Cruz et al., 2004).

Dado o exposto, deter o conhecimento quanto a atributos relacionados a resistência genética de mamoeiro a pinta-preta ao longo do tempo, bem como estimar parâmetros de repetibilidade é de suma importância, pois ambos trazem informações que auxiliarão os melhoristas na tomada de decisões, concedendo melhor aproveitamento dos resultados e, conseqüentemente, aumentando a eficiência da seleção e recomendação de genótipos superiores.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. GERAL**

Gerar informações que possam subsidiar os programas de melhoramento em mamoeiro, com destaque para o da UENF, notadamente, no que tange a resistência genética de genótipos de mamoeiro à pinta-preta.

### **2.2. ESPECIFICO**

- Avaliar características relacionados a resistência genética de mamoeiro a pinta-preta ao longo do tempo;
- Estimar parâmetros genéticos associados as características avaliadas;
- Apontar qual o período mais eficiente as avaliações de intensidade e severidade devem ser feitas;
- Obter o número mínimo de avaliações necessárias para se conseguir diferenças significativas entre os genótipos avaliados (repetibilidade);



### 3. REVISAO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Aspectos botânicos e importância econômica da cultura do mamoeiro

O mamoeiro pertence à família *Caricaceae*, ao gênero *Carica*, espécie *Carica papaya*. A espécie é diploide e possuem 18 cromossomos (Storey 1941). Esta família tem na sua composição cinco outros gêneros economicamente menos importantes, sendo eles: *Vanconcellea*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Cylicomorpha* e *Horovitzia* (Badillo, 1971, 2000).

O mamoeiro tem como características ser uma árvore lactescente de tronco ereto, oco, herbáceo e tipicamente tropical, pode apresentar altura variando de 3 ~ 6 metros e sistema radicular pivotante, com raiz principal bem desenvolvida sendo que a maioria das raízes encontra-se até 30 cm de solo. No terço superior das plantas são encontradas folhas alternadas, do tipo membranáceas e glabras, recortadas, com um tamanho variando entre 20 ~ 60 cm de comprimento e 70 cm de diâmetro. Também são encontrados flores de coloração branca ou amarela com ovário unilocular que posteriormente darão origem aos frutos, de coloração vermelho alaranjada, polpa carnosa que envolve um grande número de sementes concentradas no centro do fruto (Andrade 1980; Marin e Gomes, 1986; Silva e Tassara, 1996; Dantas 2000, Dantas, 2002). Além disso, apresenta grande densidade de plantas por hectare, com alta produtividade durante todo o ano, possui rápido desenvolvimento e é de fácil propagação (Trindade, 2000). A cultura

desenvolve-se de maneira satisfatória em locais com temperatura média anual de 25°C, com limites entre 21°C e 33°C, e precipitação pluviométrica de 1.500 mm anual bem distribuída (Serrano e Cattaneo, 2010).

Quanto a biologia floral, segundo Horovitz e Jimenez (1967), o mamoeiro apresenta populações dioicas, ginóicas-andromonóicas e andromonóicas-trióicas que são constituídas unicamente de plantas com flor feminina (ginóicas) e/ou flor masculina (andróicas) e/ou plantas com flor hermafrodita (andromonóicas).

No entanto, estudos mais recentes na área da genética molecular enfatizam que o sexo em mamão é controlado por um par de cromossomos sexuais recentemente evoluídos, havendo dois cromossomos Y na espécie. Nas plantas masculinas o cromossomo Y e nas hermafroditas o cromossomo Yh, existindo pelo menos dois genes que diferenciam esses dois cromossomos. Um gene controlaria o pedúnculo longo e o outro gene masculinizante controlaria o aborto do carpelo nas flores masculinas. Assim, plantas portadoras dos genótipos XX, XY, XYh e YYh, seriam femininas, masculinas, hermafroditas e letais, respectivamente (Ming et al., 2007).

A área colhida de mamão no mundo em 2016 foi de 441,964 mil hectares, sendo a Índia e a Nigéria os países com as maiores áreas (FAOSTAT, 2018). Os países: Índia, Brasil, México, Indonésia e Republica Dominicana, juntos representam 75% da produção mundial de mamão, que em 2016 atingiu 13 milhões de toneladas. Sendo 5,6 milhões de toneladas produzidas pela Índia, com 43,7% da produção mundial (FAOSTAT, 2018). O Brasil, segundo maior produtor com 1,4 milhões de toneladas, responde com 10,92% da produção mundial que movimentaram um total de R\$ 1,1 bilhões no ano de 2015 (Carvalho et al., 2017).

No Brasil, 70% do mamão é proveniente de dois Estados, Bahia, com 753.417 toneladas e Espírito Santo, com 251.365 toneladas, considerados os maiores produtores. Seguidos dos Estados de Ceará, Rio Grande do Norte e Minas Gerais, com 110.520 toneladas, 94.740 toneladas e 61.306 toneladas, respectivamente dados de 2016 (IBGE, 2018). Em 2016, o mamão 'papaya' foi a sexta fruta fresca mais exportada pelo Brasil, com o volume de 37,9 toneladas, correspondendo a US\$ 43 milhões de dólares (Kist et al., 2017). Ademais, pode-se ressaltar a função social da cultura no Brasil, uma vez que ela é produzida durante todo ano e sua produção absorve mão de obra regularmente, isto é, pela necessidade de renovação dos pomares. A cultura do mamoeiro apresenta importante papel no

desenvolvimento social gerando em média um emprego ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Oliveira, 1994, Silva et al., 2004).

### 3.2. Principais doenças da cultura do mamoeiro

O mamoeiro é acometido por diferentes agentes etiológicos em diferentes etapas do seu desenvolvimento, as doenças podem afetar as folhas, ramos, raízes, flores e frutos (Rezende e Martins, 2005). Nas áreas produtoras do Brasil, as doenças mais importantes são causadas por vírus e fungos. Destacam-se no grupo dos vírus o agente causal do mosaico do mamoeiro, *Papaya ring spot virus* - type P, PRSV-P (Oliveira, et al. 2000) e o da meleira *Papaya meleira virus*, 'PMeV' (Abreu, et al. 2012). No grupo das doenças fúngicas destacam-se a antracnose causada pelo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz e Sacc, a mancha-de-corynespora causada por *Corynespora cassiicola* (Berk e Curt) Wei, a mancha-de-phoma causada pelo *Stagonospora psiscaricae* (Sydow e P. Sydow) Aveskamp, Gruyter e Verkley [= *Phoma caricae-papayae* (Tar) Punith.], o oídio causado pelo *Ovulariopsis caricicola* U. Braun, (= *Streptopodium caricae* Liberato e R.W. Barreto), e a pinta-preta causada pelo *Asperiporium caricae* (Speg.) Maubl. (Rezende e Martins, 2005).

### 3.3. Pinta-preta do mamoeiro *A. caricae*: Etiologia, epidemiologia e medidas de controle

A pinta-preta é uma das principais doenças fúngicas foliares que atacam o mamoeiro. O fungo *A. caricae* infectando plantas de mamoeiro foi descrita nos países Sri Lanca (Adkaram e Wijepala, 1995), Filipinas (Cumagum e Padila, 2007), Tailândia (Meeboon et al., 2007) e no Brasil, nos Estados de Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Santa Catarina, Bahia, Rio grande do Norte e Amazonas (Maublán 1913; Silva, 2010; Souza et al., 2014). Acredita-se que este fungo ocorra praticamente em todas as regiões do Brasil onde se produz mamão, causando perdas qualitativas e quantitativas à produção e sérios prejuízos aos produtores.

O fungo pode ocasionar sintomas nas folhas na face superior com manchas circulares de coloração pardo claras, circundadas por um halo amarelo, a converter-

se posteriormente necróticas, estas manchas são normalmente pequenas; já na face inferior, na região correspondente à lesão, há formação da frutificação escura e pulverulenta do fungo ou nos frutos quando ainda verdes e pequenos, caracterizam-se por áreas encharcadas de centro esbranquiçados, progredindo para pústulas marrons e salientes (Rezende e Martins, 2005). Além disso, a doença pode depreciar o valor comercial do fruto e favorecer a infecção por patógenos pós-colheita (Ventura et al., 2003).

As condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da pinta-preta são por temperaturas variando de 25 ~ 30° C e umidade relativa variando de 80 ~ 100% (Suzuki et al., 2007). Além disso, a doença é mais severa nos períodos úmidos, e elevada umidade relativa do ar, os esporos fúngicos são disseminados pelo vento e respingo de chuva, como consequência nos períodos do ano quando chove, os sintomas tendem a se intensificar (Adkaram e Wijapala, 1995; Suzuki et al., 2007).

Esta doença era antes negligenciada, mas agora é uma das doenças da cultura que causa consideráveis perdas na lavoura. E também pode apresentar uma acentuada queda prematura em frutos jovens, constituindo fonte de inóculo para novas infecções (Adikaram e Wijepala, 1995). O controle recomendado é por meio de pulverização imediata com fungicidas (Zambolim et al., 2006).

As pulverizações podem ser arbitradas por meio de um monitoramento com base nos dados de clima, nas épocas favoráveis ao aparecimento dos sintomas. Mesmo assim, em condições climáticas ideais e a depender da região de cultivo, normalmente para um controle eficiente da pinta-preta são exigidas pulverizações semanais de fungicidas (Santos Filho et al., 2007; Oliveira et al., 2009). Não por acaso, ainda hoje, as principais medidas de controle da doença são: eliminação de fontes de inóculo e aplicação de fungicidas. Neste contexto, trabalhos têm sido desenvolvidos com diferentes fungicidas para investigar sua eficiência no controle da pinta-preta no mamoeiro (Dianese et al., 2008; Vawdrey et al., 2008; Barreto et al., 2011; Nogueira et al., 2011). Porém, a prática de aplicação de fungicida é oneroso e pode causar danos ao meio ambiente e ao ser humano e, até inviabilizar um lote de mamão a ser exportado, a depender da quantidade encontrada no fruto uma vez que existe uma fiscalização permanente de toda cadeia produtiva no país produtor e exportador.

Outra medida de controle consiste no uso de variedades resistentes, no entanto, na literatura, ainda não há relatos de genótipos de mamoeiro imunes à pinta-preta. Segundo Moraes et al. (2011), a vulnerabilidade de genótipos de mamoeiro à doença ocorre em razão da baixa variabilidade genética dos materiais e da continuidade temporal e espacial dos cultivos. Vivas et al. (2012a), comparando características associadas a resistência a pinta-preta entre variedades comerciais e crioulas de mamoeiro, encontraram resultados que indicam a possibilidade de seleção de progênies, derivadas de genótipos crioulos, com potencial para a seleção de uma população com menor intensidade da pinta-preta. Vivas et al. (2013), em uma melhor identificação de genótipos resistentes avaliando diferentes índices de seleção, encontraram progênies capazes de compor um novo ciclo de seleção utilizando os índices de Mulamba e Mock (1978) e Willians (1962).

### **3.4. Melhoramento visando resistência a doença**

Hoje no Brasil existem 56 variedades entre cultivares e híbridos de mamoeiro registrados e disponíveis para plantio aos produtores, nenhuma dessas são resistentes a pinta-preta (MAPA, 2017). A cultivar “Golden” e o híbrido “Tainung 01” são os mais plantados e conferem uma restrita variabilidade genética nos campos de produção e o cultivo fica suscetível ao ataque de pragas e doenças (Donadio e Zaccaro, 2016). Os programas de melhoramento genético têm por objetivo ampliar a base genética da cultura, inclinados para o desenvolvimento de genótipos superiores com características que agradem o mercado interno e externo, fortalecendo ainda mais o negócio (Pérez, 2004).

O melhoramento genético do mamoeiro no Brasil até a década de 60 era inexistente e o plantio era feito com mamoeiro dióico ou mamão comum obtendo frutos grandes, arredondados e o Estado de São Paulo era o maior produtor nacional. Em 1976/77 houve a introdução de cultivares do grupo “Solo” e de híbridos do grupo “Formosa”. Porém o alto custo com as sementes híbridas e com a utilização das gerações  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  etc., criou um panorama que levou as instituições de pesquisa a investirem no desenvolvimento de híbridos melhor adaptados à realidade brasileira (Farias, 2009). A EMBRAPA CNPMF em Cruz das Almas – BA; o INCAPER em Linhares – ES e a UENF em Campos dos Goytacazes – RJ, são os grupos que lideram o melhoramento genético em mamoeiro no Brasil.

Após 22 anos do estabelecimento do programa de melhoramento do mamoeiro na UENF com parceria à Empresa Caliman Agrícola S.A., o setor pode contar com o empenho e atuação do programa nas áreas de: melhoramento clássico, ferramentas de citogenética, genética molecular, fisiologia pós-colheita, resistência a doenças, bioinformática e fenômica. O programa tem ainda além da participação no desenvolvimento de novas cultivares, o comprometimento na formação pessoal de graduados, Mestres e Doutores, gerando e divulgando o conhecimento científico na forma de artigos publicados (Pereira et al., 2015).

O primeiro híbrido de mamão brasileiro recomendado aos produtores, foi produzido pela UENF/Calimam e tem mostrado superioridade em relação ao híbrido “Tainung 01” do grupo Formosa, sendo uma alternativa para o cultivo do mamoeiro em diferentes regiões do país e também em outros países pela exportação de suas sementes (Jornal da Ciência, 2003). Recentemente, quatro novos híbridos foram registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, (“UC-10”, “UC-12”, “UC-14” e “UC-16”) Luz (2014) e Luz et al. (2015).

O grupo de melhoramento do mamoeiro na UENF tem desenvolvido trabalhos pioneiros no que tange a resistência a doenças. Estudos desenvolvidos por Vivas et al. (2010a) para avaliação da resistência da mancha-da-phoma em folhas, identificaram os genótipos “Americano”, “Sekati”, “Baixinho de Santa Amália”, “Waimanalo”, “Maradol”, “Maradol GL”, “JS-12”, “Tailândia” e “São Mateus”, como possíveis portadores de alelos que tendem a contribuir para redução de mancha-de-phoma em híbridos de mamoeiro. Vivas et al. (2010b) e Santos et al. (2011) elaboraram escalas que auxiliam na quantificação de pinta-preta e oídio em frutos e folhas de mamão. Vivas et al. (2011, 2012a) usaram testadores para estimar a capacidade combinatória e seleção de híbridos resistentes a pinta-preta, mancha de phoma, oídio e mancha chocolate. Vivas et al. (2012b, 2012c) avaliaram a capacidade combinatória e heterose em ensaios de dialelo, e predição de ganho genético por meio de índices de seleção. Vivas et al. (2014) avaliaram a eficiência na seleção de genótipos resistentes a doenças foliares ocasionadas por fungo, por meio de um dialelo circulante, e também obtiveram sucesso.

Portanto, embora alguns estudos tenham sido conduzidos e apesar do bom desempenho das lavouras de mamoeiro no Brasil em termos de qualidade e rendimento, a resistência genética às principais doenças fúngicas ainda hoje está em um patamar que visa agregar informações para o melhoramento genético que

abrange a introdução, caracterização de acessos, avaliação de heterose e seleção de híbridos superiores, evidenciando a necessidade de haver uma intensificação de trabalhos nesta área de estudo, de modo a possibilitar a obtenção de genótipo com atributos de qualidade e rendimento, bem como resistente as principais doenças que acometem o mamoeiro.

### **3.5. Estimativa de repetibilidade**

No processo de avaliação de plantas, principalmente as perenes, é comum a realização de medidas repetidas de uma determinada característica no mesmo indivíduo. De acordo com Cruz et al., (2004), o grau de correlação entre as medidas repetidas no mesmo indivíduo no tempo ou espaço define estatisticamente o coeficiente de repetibilidade.

Esse parâmetro mede a capacidade de os organismos repetirem a expressão do caráter ao longo de vários períodos de tempo, no decorrer de suas vidas. Permite ainda estabelecer o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que a discriminação, ou seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente, ou seja, consuma menos tempo e tenha menor custo de mão-de-obra (Cruz et al., 2004). Altos valores de repetibilidade de uma característica indicam que é possível prever o valor real dos indivíduos, com base em determinado número baixo de medições.

A repetibilidade fornece o valor máximo que a herdabilidade pode atingir, pois expressa a proporção da variância inerente às diferenças genéticas confundidas com os efeitos permanentes que atuam no genótipo. Assim sendo, a repetibilidade é fundamental para orientar os trabalhos de melhoramento (Cruz, et al., 2012).

Em termos de avaliação de genótipos, nos programas de melhoramento a colheita do mamoeiro é feita ininterruptamente a partir dos 240 dias após o plantio e segue até a planta completar dois anos, época em que a lavoura é finalizada, pois, sua manutenção no campo a partir daí se torna onerosa e não compensatória na relação entre custo e produção. Dentro deste período de dois anos é possível estimar parâmetros que permitam inferir sobre caracteres que propiciem caracterizar os genótipos ao longo do tempo.

As estimativas de repetibilidade variam de acordo com a natureza da característica, com as propriedades genéticas dos genótipos e com as condições

nas quais as plantas são cultivadas. Desta maneira, diversos métodos estão disponíveis para obtenção coeficientes de repetibilidade: modelo da análise de variância (ANOVA); componentes principais obtidos a partir de matrizes de covariância (CPMCov) ou de correlação (CPMCor) e análise estrutural, determinada com base no autovalor teórico da matriz de correlação (AEMCor), para maior confiabilidade nas estimativas obtidas (Cruz et al., 2013).



## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Material vegetal utilizado**

No presente estudos foram utilizados seis genótipos de mamoeiro: “Golden”, “Sunrise Solo PT” e “STZ-03”, consideradas linhagens comerciais do grupo “Solo” e suscetível a pinta-preta; “Maradol” linhagem do grupo ‘Formosa’ e considerada tolerante a pinta-preta; “STA-04” e “STA-10”, progênies de meios irmãos de mamoeiro Dióico considerados resistente.

### **4.2. Delineamento estatístico e condições experimentais**

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, na fazenda Agua Limpa, Município de Mimoso do Sul, (Latitude 21° 03'52" S, Longitude 41°21'59"W) no Estado do Espírito Santo. Os seis genótipos compuseram os tratamentos. Considerando que as plantas de mamoeiro são semi perene, e que há possibilidade de perda de plantas ao longo das avaliações, inicialmente cada parcela experimental foi composta de três plantas de cada tratamento. Os tratamentos foram dispostos em fileira simples, no espaçamento de 2 m entre fileiras e 1,5 m entre plantas. A adubação foi conduzida conforme preconizado por Marin et al. (1995). Não foi necessário realizar a inoculação

artificial com *A. caricae* em plantas de mamoeiro, uma vez que o inoculo está presente no ambiente o ano todo.

### **4.3. Características avaliadas**

Quatro meses após a instalação do experimento teve início as avaliações mensais das variáveis. Foram quantificados em qual folha surgiram os primeiros sintomas da pinta-preta (FIS) e para se estimar este valor, contou-se do ápice para a base qual folha estava com os primeiros sintomas da doença, considerando-se como primeira folha a mais jovem e totalmente expandida (folhas cujo lóbulo central tinha comprimento igual ou inferior ao comprimento do pecíolo); a incidência (%) de folhas com sintoma da pinta-preta (IPP), obtida relacionando-se o número de folhas com sintoma da pinta-preta e o número total de folhas por planta; a severidade da pinta-preta na quinta folha (SPP5F), e, na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA), foram determinadas com base na metodologia adotada por Vivas et al. (2011), com auxílio de escala diagramática (0,2; 1,6; 3,5; 5,4; 7,6 e 12,8% de área foliar lesionada).

### **4.4. Análise estatística dos dados**

#### **4.4.1. Gráfico boxplot**

Para auxiliar na visualização da evolução da doença ao longo dos meses de avaliação, os dados de cada característica ao longo do tempo foram plotados em um gráfico de Boxplot. O gráfico boxplot foi proposto por Jhon Tukey (1977), e na estatística descritiva é uma maneira conveniente de representar e comparar graficamente grupos de dados numéricos através de seus resumos de cinco números que revela de uma só vez, a mediana, o primeiro e terceiro quartil, o menor e o maior valor do conjunto de dados para serem analisados antes de partir para métodos mais espetaculares (Wickham e Stryjewski, 2011). O gráfico de Boxplot foi montado utilizando pacote base do programa estatístico R (R Development Core Team, 2009).

#### 4.4.2. Parâmetros genéticos

Antes de se estimar os parâmetros genéticos, os dados de cada avaliação foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e quando constatada a distribuição normal dos dados foram submetidos a análise de variância individual para cada característica ao longo do tempo de avaliação.

Quando constatado efeito significativo da fonte de variação genótipo pela análise de variância, estimou-se com base nas expressões:  $H^2 = \frac{\phi_G}{\sigma_P^2}$ , em que  $H^2$  é o coeficiente de determinação genotípico baseado na média do genótipo,  $\phi_G = \frac{MSG - MSE}{r}$ ,  $\phi_G$  é o valor do componente quadrático da variância genotípica,  $MSG$  é o quadrado médio do genótipo,  $MSE$  é o quadrado médio do erro;  $r$  é o número de repetições,  $\sigma_P^2 = \frac{MSG}{r}$ , em que  $\sigma_P^2$  é a variância fenotípica média. A acurácia seletiva e o coeficiente de variação relativa foram estimados segundo a metodologia de (Resende e Duarte, 2007):  $AS = \sqrt{1 - 1/F_c}$  e  $CV_r = \sqrt{(F_c - 1)/b}$ , em que,  $F_c$  é o valor do teste F para o efeito associado ao genótipo com a análise de variância, e  $b$  é o número de repetições que neste caso são os blocos.

#### 4.4.3. Coeficiente de repetibilidade

Para a estimativa destes parâmetros, foram utilizados quatro métodos distintos: métodos baseados na análise de variância (ANOVA), componentes principais com base na matriz de correlações (CPMCor) e na matriz de covariâncias (CPMCov) e análise estrutural com base na matriz de correlações (AEMCor).

#### Método da análise de variância

Para a estimativa do coeficiente de repetibilidade pelo método da análise de variância (ANOVA), utilizou-se o modelo estatístico com dois fatores de variação:

$$y_{ij} = m + g_i + a_j + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

$m$ : constante geral;

$g_i$ : efeito aleatório do  $i$ -ésimo genótipo sob a influência do ambiente permanente;

$a_j$ : efeito fixo do ambiente temporário na  $j$ -ésima medição; e

$\varepsilon_{ij}$ : erro experimental dos efeitos do ambiente temporário associado à  $j$ -ésima medição no  $i$ -ésimo genótipo.

Assim, o coeficiente de repetibilidade é obtido por:

$$r = \frac{C\hat{v}(Y_{ij}, Y_{ij'})}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij'})}} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_Y^2} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_g^2}$$

Em que:

$\hat{\sigma}_g^2$ : componente da variância genotípica associado aos efeitos ambientais permanentes; e

$\hat{\sigma}^2$ : componente da variância ambiental.

### **Método dos componentes principais**

Pelo método de análise de componentes principais, estimou-se o coeficiente de repetibilidade com base na matriz de correlações fenotípicas e na matriz de covariâncias fenotípicas.

O método baseado na matriz de correlações foi proposto por Abeywardena (1972) e fundamenta-se na obtenção de uma matriz de correlações entre os genótipos em cada par de medições. Nessa matriz, determinam-se os autovalores ( $\lambda$ ) e os autovetores ( $\alpha$ ) normalizados. Entre os autovetores estimados, identifica-se aquele que possui elementos com mesmo sinal e magnitudes semelhantes, pois é aquele que melhor expressa a tendência dos genótipos em manter suas posições relativas nos vários períodos de tempo. Com base nisso, o coeficiente de repetibilidade foi estimado por (Rutledge, 1974):

$$r = \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{\eta - 1}$$

Em que:

$\hat{\lambda}_1$ : autovalor obtido na matriz de correlações fenotípicas associado ao autovetor, cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes; e

$\eta$ : número de medições.

Quando baseado na matriz de covariâncias, o coeficiente de repetibilidade foi estimado por:

$$r = \frac{\hat{\lambda}_1 - \hat{\sigma}_Y^2}{\hat{\sigma}_Y^2(\eta - 1)}$$

Em que:

$\hat{\lambda}_1$ : autovalor da matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas associado ao autovetor cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes;

$\hat{\sigma}_Y^2$ : variância da variável Y; e

$\eta$ : é o número de medidas.

### **Método da análise estrutural**

O método da análise estrutural para obtenção do coeficiente de repetibilidade proposto por Mansour et al. (1981) baseou-se, apenas, na matriz de correlações. Esse método apresenta, apenas, diferenças conceituais em relação ao método dos componentes principais. Assim, o estimador do coeficiente de repetibilidade foi determinado por:

$$r = \frac{\hat{\alpha}' \hat{R} \hat{\alpha} - 1}{\eta - 1}$$

Em que:

$\hat{\alpha}'$ : autovetor com elementos paramétricos associados ao maior autovalor de R;

R: matriz paramétrica de correlação entre genótipos em cada par de avaliações;

$\hat{R}$ : estimador da matriz R; e

$\eta$ : número de medidas.

#### 4.4.4. Coeficiente de determinação

Para cada característica, com base na média das  $\eta$  medições e na estimação dos coeficientes de repetibilidade obtidos pelos métodos utilizados, foi calculado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) por meio da seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{\eta r}{1 + r(\eta - 1)}$$

Em que:

$\eta$ : número de medidas; e,

$r$ : coeficiente de repetibilidade obtido de acordo com uma das diferentes metodologias utilizadas.

#### 4.4.5. Número mínimo de medições

Após a obtenção do coeficiente de repetibilidade, estimou-se o número mínimo de medições necessárias para prever o valor real dos indivíduos, com base em um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) preestabelecido (0,80, 0,85, 0,90, 0,95 e 0,99). A predição desse valor foi realizada com base na seguinte expressão:

$$\eta_0 = \frac{R^2(1 - r)}{(1 - R^2)r}$$

Em que:

$\eta_0$ : número de medições para predição do valor real;

$R^2$ : coeficiente de determinação; e

$r$ : coeficiente de repetibilidade obtido de acordo com uma das diferentes metodologias utilizadas.

As análises de variância, os parâmetros genéticos, o teste de média dos genótipos (Tukey,  $P=0,05$ ), a repetibilidade e o número mínimo de medições necessárias para se comparar os genótipos para resistência a pinta-preta foram obtidas com o auxílio do aplicativo computacional Genes (Cruz, 2013).

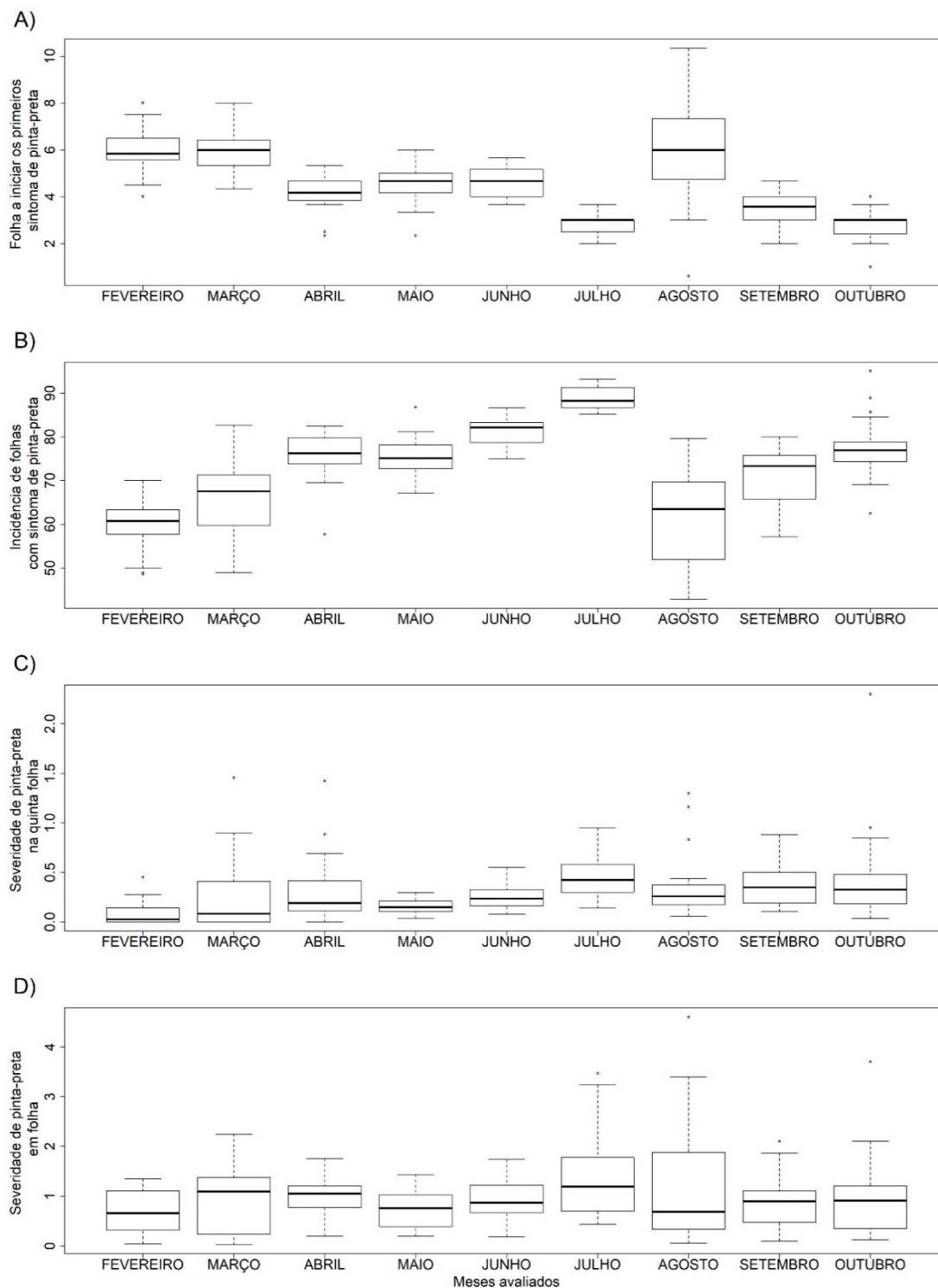
## 5. RESULTADOS

### 5.1. Análise descritiva

O gráfico de Boxplot (Figura 1) é formado por uma caixa construída paralelamente ao eixo da escala de dados, que tem início no primeiro quartil e término no terceiro quartil e nela traça-se uma linha na posição da mediana. Essa caixa é comum a todas as variantes e é utilizada para representar 50% centrais da distribuição dos dados (Bussab e Morettin, 2017). No presente estudo, o gráfico de Boxplot foi utilizado para descrever a dispersão do conjunto de dados ao longo das avaliações, bem como caracterizar a magnitude da característica nas diferentes avaliações. Para a característica folha a iniciar sintomas de pinta-preta (FIS), observou-se pouca dispersão nas avaliações ocorridas entre os meses de fevereiro a julho (Figura 1A).

Observou-se também a ocorrência de alterações maiores nos valores da mediana, sendo essa marcante entre março e abril, entre junho e julho, entre julho e agosto e entre agosto e setembro, indicando que com o avanço dos meses a doença evolui acometendo novas folhas, as quais passam a apresentar sintomas de doença (Figura 1 A). Para incidência de folha com sintoma de pinta-preta (IPP), observaram-se que as tendências das variações foram semelhantes ao notado para FIS, indicando uma variação do número de folhas com sintomas de pinta-preta com o avanço dos meses (Figura 1 B). A severidade de pinta-preta estimada na quinta folha (SPP5F) e na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA),

apresentou pequenas flutuações nos valores do intervalo médio, indicando que o ambiente tem pouca influência nas estimativas destas características, ou seja, grande parte da variação obtida é proveniente dos genótipos (Figura 1 C e D).



**Figura 1.** Gráfico boxplot da intensidade de pinta-preta em seis genótipos de mamoeiro avaliados por nove meses: A) Folhas a iniciar sintomas, B) Incidência de pinta-preta, C) Severidade de pinta-preta na quinta folha e D) Severidade de pinta-preta na folha anexa a primeira flor aberta. Mimoso do Sul – ES.



Observa-se ainda a presença de outliers que é uma variante bastante comum neste tipo de gráfico. Os outliers são os valores atípicos, ou valores muito afastados da grande maioria dos dados. No presente estudo a presença de tais valores já seria esperado, dada a heterogeneidade da constituição genética dos tratamentos, uma vez que analisando a diversidade genética de genótipos nos dendogramas apresentados por Cardoso et al., (2009); Vivas et al., (2015) e Silva et al., (2017), observou-se que os genótipos “STZ-03”, “SS-PT”, “Maradol” e “Golden” estão distantes uns dos outros. Além disso, ressalta-se que os genótipos “STA-04” e “STA-10”, são progênies de meios irmãos, derivada de material genético dióico, apresentando, portanto, alta variabilidade dentro dos tratamentos. Estes valores atípicos também podem ser reflexo da performance dos genótipos quanto a resistência pinta-preta, Vivas et al. (2012a), descreveram um desempenho diferente para severidade a pinta-preta entre os genótipos “Maradol”, “STA-04”, “STA-10” e “Golden”, sendo os três primeiros classificados como resistentes e o último como suscetível.

## **5.2. Análise da variância; parâmetros genéticos e teste de médias**

Antes de se proceder análise de variância, conduziu-se teste de normalidade. O teste de Shapiro-Wilk revelou que todas as características analisadas apresentavam distribuição normal (dados não mostrados), exceto a avaliação conduzida no mês de outubro para (SPP5F), sendo esta excluída da análise de variância e demais resultados. Observam-se variações nas significâncias de tratamentos ao longo das avaliações, notadamente, para folha a iniciar sintoma de pinta-preta (FIS) e incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (Tabelas 1 e 2). As variações observadas para a fonte de variação genótipo nos diferentes meses de avaliação sugerem desempenho diferenciado dos genótipos em resposta as mudanças ambientais (Cruz et al., 2012). Tal observação nos permite inferir quais meses são mais propícios para conduzir a seleção dos genótipos, no entanto há necessidade de estimar alguns parâmetros genéticos, de modo a possibilitar a seleção fidedigna dos genótipos.

Para FIS, tem-se que os coeficientes de variação experimental (CVe), oscilaram de 10,45 a 34,65, e os CVg oscilaram de 10,67 a 12,75 (Tabela 1). Estes valores podem ser considerados satisfatórios, visto que Vivas et al., (2012a) encontraram um CVe de 21,45%, e CVg de 7,51%. Para esta mesma característica, nota-se que apenas nos meses Fevereiro e Março o coeficiente de variação relativa (CVr) apresentou-se superiores a 1 (Tabela 1). O CVr com valores estimados próximos de 1 recomenda que o controle genético da característica é alto, ou seja, é pouco influenciado pelo ambiente. Não por acaso, esses meses apresentaram as maiores estimativas para o coeficiente de determinação genotípico (Tabela 1). Atualmente o coeficiente de variação experimental pode não informar sobre a qualidade do experimento. Assim alguns trabalhos recentes tem adotado a acurácia seletiva como forma de validar ou complementar a estimativa desse parâmetro (Storck e Silva, 2014; Campos et al., 2016). A acurácia seletiva para esta característica, apresentou-se superior a 81% (Tabela 1). Valores de acurácia seletiva superiores a 70% são considerados aceitáveis para um experimento a campo (Resende e Duarte, 2007).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância, parâmetros genéticos e teste de comparação de médias, apresentados para as diferentes avaliações de Folha a iniciar sintoma de pinta-preta (FIS).

FV	GL	Quadrados médios								
		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Bloco	3	0,20	1,06	0,34	0,37	0,10	0,05	1,19	0,45	0,14
Genótipos	5	2,70**	2,50**	1,42*	0,96 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	8,04 <sup>ns</sup>	0,87*	0,86 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	0,39	0,43	0,39	0,64	0,27	0,26	4,40	0,30	0,39
<b>CVe(%)</b>		10,45	11,01	14,75	17,78	11,15	17,62	34,65	15,35	22,47
Estimativas dos Parâmetros Genéticos										
<b>CVg(%)</b>		12,75	12,10	11,98	--	--	--	--	10,67	--
<b>CVr</b>		1,22	1,10	0,81	--	--	--	--	0,69	--
<b><math>\sigma^2_P</math></b>		0,68	0,62	0,35	--	--	--	--	0,22	--
<b><math>\sigma^2_G</math></b>		0,58	0,52	0,26	--	--	--	--	0,14	--
<b><math>\sigma^2_r</math></b>		0,39	0,43	0,39	--	--	--	--	0,30	--
<b>H<sup>2</sup></b>		85,62	82,85	72,52	--	--	--	--	65,88	--
<b>AS</b>		0,93	0,91	0,85	--	--	--	--	0,81	--
Genótipos		Teste de comparações de médias								
Golden		4,96b	4,94b	3,71ab	3,75	4,00	2,63	4,57	3,00a	2,42
STZ-03		5,54b	5,17b	4,09ab	4,17	4,96	3,25	8,29	3,42a	2,75
SS-PT		6,34ab	7,08a	4,67ab	4,92	4,33	3,00	4,72	3,83a	2,88
Maradol		7,38a	6,04ab	5,04a	4,42	5,00	2,83	6,84	3,13a	2,13
STA-10		5,83b	6,08ab	4,42ab	4,92	5,08	2,88	6,42	4,25a	3,46
STA-04		5,75b	6,37ab	3,46b	4,92	4,67	2,63	5,50	3,67a	3,00
<b>Média Geral</b>		5,97	5,95	4,23	4,51	4,67	2,87	6,05	3,55	2,77

(CVe) – Coeficiente de variação experimental, (CVg) – Coeficiente de variação genotípica, (CVr) – Coeficiente de variação relativa, ( $\sigma^2_P$ ) – Estimativas de variância fenotípica, ( $\sigma^2_G$ ) – Variância genotípica, ( $\sigma^2_r$ ) – Variância residual, (H<sup>2</sup>) – Coeficiente de determinação genotípica e (AS) – Acurácia seletiva.

Embora essa característica tenha apresentado estimativas relevantes para os parâmetros genéticos estimados, apenas quatro das nove avaliações conduzidas apresentaram efeito significativo de genótipo (Tabela 1), demonstrando que FIS, não se apresenta como uma característica estável para avaliação genética. Desta forma, uma avaliação pontual não seria suficiente para discriminar genótipos. Ainda que o desempenho dos genótipos ao longo das avaliações não tenha sofrido grandes alterações no seu ranqueamento (Tabela 1). Com destaque para “STZ-03” e “Maradol” como mais resistentes e “STA-04” no grupo intermediário.

A semelhança do observado para FIS, quando se analisa a incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (IPP), observa-se que essa característica mostra-se pouco estável ao longo das avaliações. Das nove avaliações conduzidas, apenas em quatro observou-se efeito significativo de genótipo, ratificando que avaliações pontuais para essa característica não seriam suficientes em capitalizar toda a variação genética existente (Tabela 2). Embora IPP tenha apresentado as menores estimativas de coeficiente de variação experimental e acurácia seletiva acima de 80% (Tabela 2), observa-se que esta característica não foi eficiente em revelar o real potencial dos genótipos, uma vez que, em apenas duas avaliações as estimativas do  $CV_r$  apresentaram valores superiores a 1 (Tabela 2). Nota-se ainda que para IPP houve alterações no ranqueamento dos genótipos, que oscilaram entre os extratos de alta incidência e baixa incidência, com destaque para “STZ-03” e “Maradol” (Tabela 2).

Diferente do observado para folha a iniciar sintoma de pinta-preta e incidência de folhas com sintoma de pinta-preta (Tabelas 1 e 2), quando se analisa as severidades de pinta-preta (na quinta folha –SSP5F, e na folha com axila anexa a primeira flor aberta - SSPFA) observa-se maiores magnitudes nos coeficientes de variação experimental (Tabela 3 e 4). Tais magnitudes podem ser atribuídas a grandezas das médias das características, que variaram de 0,08 à 0,46 para SSP5F (Tabela 3) e 0,88 a 1,36 para SSPFA (Tabela 4). Altas magnitudes de  $CV_e$  não refletem necessariamente baixa precisão experimental, sendo esse parâmetro variável de característica para característica. Resende e Duarte (2007) apontam a acurácia seletiva como um balizador para inferir sobre a qualidade de experimento em um programa de melhoramento genético. No presente estudo as SSP5F e SSPFA apresentaram as maiores estimativas de acurácia seletiva (Tabelas 3 e 4).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, parâmetros genéticos e teste de comparação de médias, apresentados para as diferentes avaliações de Incidência de pinta-preta em folha (IPP).

FV	GL	Quadrados médios								
		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Bloco	3	27,13	21,72	12,86	22,69	11,82	0,73	43,31	98,47	55,86
Genótipos	5	49,43 <sup>ns</sup>	285,8**	13,14 <sup>ns</sup>	20,50 <sup>ns</sup>	19,37 <sup>ns</sup>	13,52 <sup>ns</sup>	355,6**	70,85*	97,22*
Resíduo	15	22,45	14,98	34,98	16,92	6,84	5,05	54,71	21,52	25,23
<b>CVe(%)</b>		7,92	5,79	7,77	5,46	3,22	2,53	11,91	6,51	6,47
<b>Estimativas dos Parâmetros Genéticos</b>										
<b>CVg(%)</b>		--	12,32	--	--	--	--	13,97	4,93	5,46
<b>CVr</b>		--	2,13	--	--	--	--	1,17	0,76	0,84
<b><math>\sigma^2_P</math></b>		--	71,46	--	--	--	--	88,92	17,71	24,31
<b><math>\sigma^2_G</math></b>		--	67,71	--	--	--	--	75,24	12,33	18,00
<b><math>\sigma^2_r</math></b>		--	14,98	--	--	--	--	54,71	21,52	25,23
<b>H<sup>2</sup></b>		--	94,76	--	--	--	--	84,62	69,63	74,05
<b>AS</b>		--	0,97	--	--	--	--	0,92	0,83	0,86
<b>Genótipos</b>		<b>Teste de comparações de médias</b>								
Golden		57,07	71,33b	74,66	77,11	82,40	89,51	60,34ab	74,2ab	80,85ab
STZ-03		61,90	68,56bc	75,45	73,84	78,73	86,09	50,61b	73,6ab	78,08ab
SS-PT		59,08	56,79d	76,08	73,66	81,78	87,29	62,37ab	63,86b	70,09b
Maradol		65,41	80,33a	79,57	79,06	83,54	89,73	53,47b	74,64a	84,57a
STA-10		55,57	60,89cd	76,17	73,67	78,48	90,11	71,64a	68,6ab	75,24ab
STA-04		59,92	62,8bcd	74,73	74,46	83,09	90,86	74,10a	72,2ab	77,18ab
<b>Média Geral</b>		59,82	66,79	76,11	75,30	81,34	88,93	62,09	71,21	77,67

(CVe) – Coeficiente de variação experimental, (CVg) – Coeficiente de variação genotípica, (CVr) – Coeficiente de variação relativa, ( $\sigma^2_P$ ) – Estimativas de variância fenotípica, ( $\sigma^2_G$ ) – Variância genotípica, ( $\sigma^2_r$ ) – Variância residual, (H<sup>2</sup>) – Coeficiente de determinação genotípica e (AS) – Acurácia seletiva.

Para SSP5F, foram encontrados altos valores para coeficiente de determinação genotípico ( $H^2$ ), variando de 74% a 95% (Tabela 3), não por acaso os altos valores estimados para CVr (Tabela 3) corroboram com o  $H^2$  e indicam que o coeficiente de variação genético foi maior que o coeficiente de variação experimental. Nota-se que para severidade de pinta-preta estimada na quinta-folha houve alteração no ranqueamento. Como exemplo, o genótipo “Maradol”, nas avaliações conduzidas nos meses fevereiro, março e abril aparece com baixa severidade, e nos meses julho e agosto ele aparece com alta severidade. Outro exemplo é dado no genótipo “STA-04”, que nas avaliações de março e setembro aparece com baixa severidade, e nas avaliações de abril, maio e julho ele aparece com alta severidade (Tabela 3).

A severidade de pinta-preta estimada na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA), apresentaram as maiores magnitudes para os parâmetros genéticos estimados, com CVr superiores a 1 e  $H^2$  superiores a 90% (Tabela 4). Tal resultado acena para a possibilidade de obtenção de melhores resultados quando se pratica a seleção para esta característica, uma vez que essa apresenta menor influência ambiental e maior dispersão dos valores estimados (Figura 1), além de apresentar estimativas elevadas de AS nas diferentes épocas avaliadas.

Desta forma, considerando as estimativas dos parâmetros genéticos, bem como a dispersão das unidades experimentais no Boxplot, observa-se que a SPPFA foi superior as demais variáveis. Observa-se também que embora haja alteração no ranqueamento dos genótipos ao longo das avaliações, há uma tendência dos genótipos ocuparem as menores posições. Com exceção dos meses de maio e agosto, os genótipos “Maradol”, “STA-04” e “STA-10” ocuparam sempre as posições mais baixas do ranqueamento (Tabela 4).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância, parâmetros genéticos e teste de comparação de médias, apresentados para as diferentes avaliações de Severidade de pinta-preta estimada na quinta folha (SSP5F).

FV	GL	Quadrados médios								
		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Bloco	3	0,004	0,034	0,035	0,000	0,005	0,076	0,267	0,101	--
Genótipos	5	0,043**	0,501**	0,285*	0,02**	0,040**	0,124**	0,171*	0,09**	--
Resíduo	15	0,006	0,038	0,066	0,001	0,009	0,018	0,044	0,019	--
<b>CVe(%)</b>		97,61	76,48	83,34	20,37	37,49	29,56	60,64	37,34	70,83
<b>Estimativas dos Parâmetros Genéticos</b>										
<b>CVg(%)</b>		116,59	133,66	75,82	44,63	35,99	35,37	51,29	36,81	--
<b>CVr</b>		1,197	1,748	0,910	2,236	0,959	1,195	0,846	0,987	--
$\sigma^2_P$		0,011	0,125	0,071	0,005	0,010	0,031	0,043	0,023	--
$\sigma^2_G$		0,009	0,116	0,055	0,005	0,008	0,026	0,032	0,019	--
$\sigma^2_r$		0,006	0,038	0,066	0,001	0,009	0,018	0,044	0,019	--
<b>H<sup>2</sup></b>		85,09	92,43	76,8	95,05	78,66	85,13	74,11	79,54	--
<b>AS</b>		0,923	0,961	0,876	0,976	0,887	0,923	0,861	0,892	--
<b>Genótipos</b>		<b>Teste de comparações de médias</b>								
Golden		0,25a	0,90a	0,48ab	0,22ab	0,38a	0,54a	0,26ab	0,59a	0,52
STZ-03		0,09ab	0,41b	0,31ab	0,13cd	0,17b	0,41ab	0,16ab	0,41ab	0,37
SS-PT		0,00b	0,01b	0,15b	0,16bc	0,35ab	0,61a	0,62a	0,36ab	0,21
Maradol		0,00b	0,01b	0,01b	0,09d	0,18ab	0,35ab	0,54ab	0,46ab	1,21
STA-10		0,00b	0,17b	0,16ab	0,09cd	0,15b	0,19b	0,12b	0,17b	0,05
STA-04		0,15ab	0,03b	0,75a	0,27a	0,27ab	0,65a	0,39ab	0,23b	0,33
<b>Média Geral</b>		0,08	0,25	0,31	0,16	0,25	0,46	0,35	0,37	0,45

(CVe) – Coeficiente de variação experimental, (CVg) – Coeficiente de variação genotípica, (CVr) – Coeficiente de variação relativa, ( $\sigma^2_P$ ) – Estimativas de variância fenotípica, ( $\sigma^2_G$ ) – Variância genotípica, ( $\sigma^2_r$ ) – Variância residual, ( $H^2$ ) – Coeficiente de determinação genotípica e (AS) – Acurácia seletiva.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância, parâmetros genéticos e teste de comparação de médias, apresentados em diferentes avaliações de Severidade de pinta-preta estimada na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SSPFA).

FV	GL	Quadrados médios								
		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
Bloco	3	0,10	0,02	0,03	0,16	0,27	0,51	1,80	0,17	0,27
Genótipos	5	0,63**	1,49**	0,36**	0,34**	0,43**	2,27**	4,50**	0,88**	2,02**
Resíduo	15	0,08	0,15	0,05	0,07	0,07	0,30	0,34	0,06	0,21
<b>CVe(%)</b>		39,75	42,07	22,62	34,00	29,58	40,07	49,28	28,34	49,12
Estimativas dos Parâmetros Genéticos										
<b>CVg(%)</b>		53,35	62,77	27,97	34,33	32,5	51,42	85,63	51,11	71,66
<b>CVr</b>		1,34	1,49	1,24	1,01	1,10	1,28	1,74	1,80	1,46
$\sigma^2_P$		0,16	0,37	0,09	0,08	0,11	0,57	1,13	0,22	0,50
$\sigma^2_G$		0,14	0,34	0,08	0,07	0,09	0,49	1,04	0,20	0,45
$\sigma^2_r$		0,08	0,15	0,05	0,07	0,07	0,30	0,34	0,06	0,21
<b>H<sup>2</sup></b>		87,81	89,9	85,95	80,31	82,84	86,82	92,35	92,86	89,49
<b>AS</b>		0,94	0,95	0,93	0,90	0,91	0,93	0,96	0,96	0,95
Genótipos	Teste de comparações de médias									
Golden		1,08ab	1,39ab	1,12ab	1,01a	1,19a	2,37a	2,07ab	1,58a	1,18ab
STZ-03		1,24a	1,35ab	1,27a	0,71ab	1,11a	1,32ab	0,50c	0,97bc	0,98b
SS-PT		0,16c	0,36c	0,68bc	0,48ab	0,98a	0,84b	0,88bc	0,79bcd	0,56b
Maradol		0,67abc	1,61a	1,27a	1,05a	1,18a	2,20a	2,92a	1,19ab	2,19a
STA-10		0,57bc	0,13c	0,57c	0,36b	0,34b	0,55b	0,30c	0,29d	0,15b
STA-04		0,49bc	0,70bc	1,08abc	0,93ab	0,74ab	0,92b	0,48c	0,49cd	0,58b
<b>Média Geral</b>		0,7	0,92	1	0,76	0,92	1,36	1,19	0,88	0,94

(CVe) – Coeficiente de variação experimental, (CVg) – Coeficiente de variação genotípica, (CVr) – Coeficiente de variação relativa, ( $\sigma^2_P$ ) – Estimativas de variância fenotípica, ( $\sigma^2_G$ ) – Variância genotípica, ( $\sigma^2_r$ ) – Variância residual, (H<sup>2</sup>) – Coeficiente de determinação genotípica e (AS) – Acurácia seletiva.



### 5.3. Repetibilidade e número mínimo de avaliação

Observa-se que os efeitos dos genótipos, dos tempos (meses) e interação genótipo x tempo foram significativos ( $P < 0,01$ ) para quase todas as características estudadas, apenas folha a iniciar sintoma de pinta-preta (FIS) não houve significância quanto a fonte de variação Genótipo (Tabela 5). Os resultados obtidos permitem inferir que a significância encontrada para os genótipos ratifica a existência de variabilidade genética, o que possibilita a identificação de genótipos promissores, os quais podem ser utilizados em programas de melhoramento.

Além disso, percebe-se que a diferença na magnitude da doença ao longo das avaliações realizadas e a interação genótipo x tempo atestam a reação diferenciado dos genótipos ao longo dos meses e justificam uma análise mais detalhada das características. Em outros estudos, como por exemplo, Suzuki et al., 2007, o comportamento e progresso da pinta-preta foram relatados por apresentar um forte efeito ambiental ao longo do ano. Porém, sabe-se que o efeito do ambiente pode atuar de maneira distinta em características diferentes (Cruz et al., 2012; LUZ et al., 2014). Um outro exemplo, Vivas et al., 2012a, que através de uma única avaliação de intensidade de pinta-preta encontraram variabilidade genética afim de indicar método de melhoramento. Contudo, sucessivas medições de uma característica, torna-se um procedimento desejável, pois se espera que a superioridade ou inferioridade inicial de um indivíduo, em relação aos demais, mantenha-se ao longo das medições (Cruz et al., 2012).

Considerando a natureza do estudo, jugou-se oportuno realizar análise de repetibilidade. Desta forma, as estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), obtidas em comparação dos genótipos com base na média de nove tempos de avaliação pelos diferentes métodos estatísticos, para as quatro características avaliadas, encontram-se na Figura 2. Observa-se que a característica FIS apresentou  $r$  variando de 0,20 a 0,44, para o método de análise de variância (ANOVA) e componentes principais da matriz de covariância (CPMCov), respectivamente (Figura 2 A). Valores de  $r$  como estes indicam que a característica FIS apresenta um comportamento medianamente previsível. Onde, sabe-se que considerando o padrão de duas medições o coeficiente de repetibilidade pode ser classificado como: baixa repetibilidade ( $r \leq 0,30$ ), média ( $0,30 < r < 0,60$ ) e alta repetibilidade ( $r \geq 0,60$ ) (Rezende,2002). Desta maneira, tratando-se de

características relacionadas a doenças, onde o patógeno e o hospedeiro podem ser influenciados pelo ambiente, podemos esperar que algumas características como por exemplo FIS, apresente um comportamento medianamente previsível.

**Tabela 5.** Análise de variância conjunta e significâncias para os quadrados médios para quatro características de incidência de pinta-preta em seis genótipos de mamão. Campos dos Goytacazes – RJ, 2018.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>FIS</b>	<b>IPP</b>	<b>SPP5F</b>	<b>SPPFA</b>
<b>Bloco</b>	3	0,738	111,951	0,087	0,392
<b>Genótipo</b>	5	5,251 <sup>ns</sup>	192,569 <sup>**</sup>	0,433 <sup>**</sup>	8,316 <sup>**</sup>
<b>Erro a</b>	15	2,938	24,995	0,076	0,250
<b>Tempo</b>	8	39,959 <sup>**</sup>	2081,751 <sup>**</sup>	0,378 <sup>**</sup>	1,010 <sup>**</sup>
<b>Interação</b>	40	1,633 <sup>**</sup>	91,620 <sup>**</sup>	0,188 <sup>**</sup>	0,575 <sup>**</sup>
<b>Erro b</b>	144	0,537	22,313	0,034	0,174
<b>Média</b>		4,508	73,250	0,296	0,963

<sup>\*\*</sup> significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F; <sup>ns</sup>: não significativo. FIS: Folhas a iniciar sintoma; IPP: intensidade de pinta-preta; SPP5F: severidade de pinta-preta na quinta folha e SPPFA: severidade de pinta-preta na folha anexa a primeira flor aberta.

A característica IPP, apresentou-se  $r$  de 0,10 para o método de ANOVA e 0,68 para o método de CPMCor (Figura 2 B). Na avaliação de características relacionadas à intensidade de doença, Liberato et al. (2004), analisando a incidência de antracnose em frutos de mamão, utilizando métodos multivariados encontraram que esta característica apresenta um comportamento medianamente previsível. O que corrobora com os valores de coeficiente demonstrados neste trabalho. Também é possível observar que, a característica SPP5F apresentou-se  $r$  variando de 0,12 a 0,38 a depender do método de estimação (Figura 2 C).

Por outro lado, a característica SPPFA apresentou  $r$  entre 0,59 para o método de análise de variância e 0,80 para componentes principais da matriz de correlação. Este último valor é tido como de alta repetibilidade o que credencia SPPFA como uma característica de grande repetição no tempo. De tal modo, quando o valor da repetibilidade for alto, é possível inferir que é viável predizer o valor real do indivíduo, utilizando-se um número relativamente pequeno de medições quando comparado aos baixos valores de estimativas de repetibilidade (Cruz et al., 2012). Nesse contexto, a repetibilidade expressa à proporção da variância total de um caráter que é explicada pelos efeitos genéticos dos indivíduos e por alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum (Falconer, 1981).

O número de medições necessárias para características relacionadas a resistência genética de mamoeiro, torna-se substancial na condição em que as avaliações exigem grande esforço pessoal, profissional treinado e recursos financeiros para que os resultados obtidos sejam consistentes. Na Tabela 6, observa-se a predição do número mínimo de medições necessárias na avaliação da intensidade de pinta-preta em folhas estimadas por diferentes métodos e considerando diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

Com base na característica folhas a iniciar sintomas (FIS), o número mínimo de medições necessárias para estimar com 90% de probabilidade do seu valor real foi de doze pelo método dos componentes principais de covariância e de trinta e sete medições pelo método de análise de variância (Tabela 6). De maneira geral considerando o trabalho como um todo, a característica FIS mostrou-se heterogênea (destoante) em algumas das análises, como por exemplo, o boxplot revelou que FIS é uma característica com pouca dispersão dos dados, o que dificulta a observação de diferenças entre os genótipos (Figura 1 A), além disso em apenas quatro avaliações foi possível encontrar diferenças significativas pelo teste de ANOVA, em contrapartida, podem ser citados os altos valores de  $AS$ , de  $H^2$  e ainda pequenas flutuações no ranking dos genótipos pelo teste de média (Tabela 1).

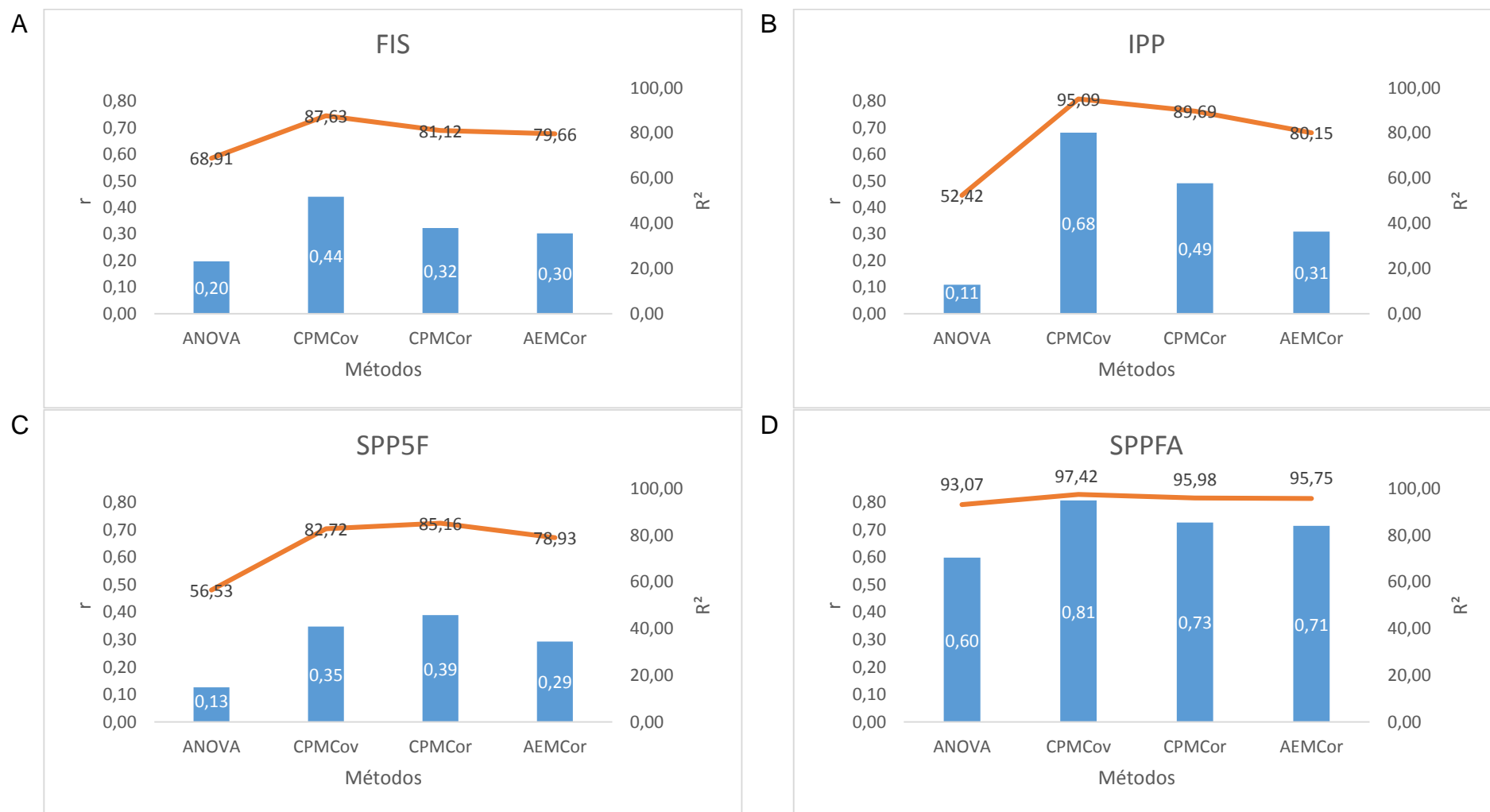
Para a característica intensidade de pinta-preta (IPP), observa-se uma variação no  $n$  de cinco medições pelo método CPMCov, e de setenta e quatro pelo método de ANOVA, considerando um  $R^2$  de 90% (Tabela 6). Liberato et al. (2004), encontraram um  $n$  variando de sete a nove medições para determinar a incidência de antracnose com 90% de confiabilidade. O que corrobora com os valores encontrados para este trabalho.

Considerando que entre uma avaliação e outra em experimentos que quantificam doenças pode-se encontrar uma amplitude muito alta na intensidade, deve-se priorizar então, por uma característica que apresente um menor  $n$  e maior  $R^2$ , de modo que seja possível obter uma caracterização do material em estudo com uma confiabilidade mínima dos dados, utilizando do menor tempo possível. Resende (2002), garante que podem ser considerados adequados valores de coeficiente de determinação acima de 80%.

De maneira semelhante ao encontrado para FIS, a característica severidade de pinta-preta na quinta folha (SPP5F) apresentou algumas análises

destoantes, como por exemplo a análise descritiva do bloxplot (Figura 1 C) revelou que esta característica apresenta pouca influência ambiental, além disto as estimativas dos parâmetros genéticos alcançaram altos valores de AS, CVg, CVr e  $H^2$  (Tabela 3). Em contrapartida, o coeficiente de repetibilidade não passou de 0,38 (Figura 2 C) e o número mínimo de medições com  $R^2= 90\%$  variou de quinze a sessenta e três medições a depender do método de estimação (Tabela 6).

Para a característica severidade de pinta-preta estimada na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA), pode-se observar um destaque no desempenho positivo desta característica em relação as outras no que tange a caracterização de genótipos resistentes a pinta-preta. Para esta característica, foi possível observar pouca flutuação no conjunto de dados ao longo das avaliações, indicando que esta característica tem pouca influência ambiental, além de uma maior dispersão do conjunto dos dados (Figura 1). Tem-se também, que o CVr, CVg,  $H^2$ , AS, r alcançaram altos valores (Tabela 4 e Figura 2 D), e o número mínimo de medições variou de três a seis a depender do método (Tabela 6). Os excelentes resultados citados para SPPFA comprovam a manutenção da superioridade desta característica as outras.



**Figura 2.** Coeficiente de repetibilidade (r) e Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) estimados através dos métodos de análise de variância (ANOVA), componentes principais da matriz de covariância (CPMCov), componentes principais da matriz de correlação (CPMCor), análise estrutural da matriz de correlação (AEMCor) para as variáveis: A) Folha a iniciar sintomas (FIS), B) Intensidade de pinta-preta (IPP), C) Severidade de pinta-preta – na quinta folha (SPP5F) e D) – na folha com axila anexa a primeira flor aberta (SPPFA). Campos dos Goytacazes - 2018.

**Tabela 6.** Número mínimo de avaliações (n) associados ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ) estimados por diferentes métodos para avaliação de incidência de pinta-preta na folha de mamoeiro (*Carica papaya* L.) durante nove avaliações mensais.

Características	Métodos	$R^2$				
		0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
<b>FIS</b>	Análise de variância	16,24	23,01	36,55	77,16	402,0
	Componentes principais covariância	5,08	7,19	11,42	24,12	125,7
	Componentes principais correlação	8,38	11,87	18,85	39,80	207,4
	Análise estrutural correlação	9,19	13,02	20,67	43,65	227,4
<b>IPP</b>	Análise de variância	32,67	46,28	73,51	155,2	808,6
	Componentes principais covariância	1,85	2,63	4,18	8,82	45,9
	Componentes principais correlação	4,14	5,86	9,31	19,66	102,4
	Análise estrutural correlação	8,91	12,63	20,06	42,35	220,6
<b>SPP5F</b>	Análise de variância	27,68	39,22	62,29	131,5	685,2
	Componentes principais covariância	7,52	10,65	16,92	35,72	186,1
	Componentes principais correlação	6,27	8,88	14,11	29,79	155,2
	Análise estrutural correlação	9,60	13,61	21,62	45,64	237,8
<b>SPPFA</b>	Análise de variância	2,67	3,79	6,02	12,72	66,29
	Componentes principais covariância	0,95	1,35	2,14	4,53	23,62
	Componentes principais correlação	1,50	2,13	3,39	7,15	37,29
	Análise estrutural correlação	1,60	2,26	3,60	7,59	39,59

(FIS) - Folhas a iniciar sintomas, (IPP) - Intensidade de pinta-preta, (SPP5F) - Severidade de pinta-preta na quinta folha e (SPPFA) – Severidade de pinta-preta na folha com axila anexa a primeira flor aberta. Campos dos Goytacazes - 2018.

## **6. CONCLUSÃO**

Com base na dispersão dos dados ao longo das avaliações, observou-se que os meses de Julho, Agosto, Setembro e Outubro, foram os meses com maior representatividade para avaliar atributos relacionados a resistência a pinta-preta em folhas de mamoeiro.

Evidenciou-se também que, as variáveis IPP e SPPFA são as mais indicadas por apresentarem alto desempenho em expor o real valor genético dos indivíduos, e necessitar de um menor número de medições para obtenção de resultados consistentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeywardena, V. (1972). An application of principal component analysis in genetics. *Journal of Genetics*, 61(1): 27-51.
- Abreu, P.M.V., Piccin, J.G., Rodrigues, S.P., Buss, D.S., Ventura, J.A, Fernandes, P.M.B. (2012) Molecular diagnosis of *Papaya meleira virus* (PMeV) from leaf samples of *Carica papaya* L, using conventional and real-time RT-PCR, *Journal of Virological Methods*, 180: 11– 17,
- Adikaram, N.K.B., Wijepala, M. (1995) Asperisporium black spot in *Carica papaya*: A new disease in Sri Lanka, *Journal of the National Science Council of Sri Lanka*, 23(4), 213-219,
- Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin, A., Camargo, L.E.A. (2016) Manual de fitopatologia. 5. Ed. Ceres, São Paulo.
- Andrade, V.M.M. (1980) O Mamoeiro, taxonomia e morfologia, Anais do Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do mamoeiro, 1, Jaboticabal, SP, UNESP, p, 61-67,
- Badillo, V.M. (1971) Monografía de la familia Caricaceae, Maracay -Venezuela: Editorial Nuestra América C,A, 221p,
- Badillo, V.M. (2000) *Carica* L, vs, *Vasconcella* St, Hil, (Caricaceae): com la rehabilitación de este último, *Ernstia*, 10, 74-79.



- Barreto, L.F., Savan, P.A.L., Lima, L.L., Lodo, B.N. (2011) Avaliação de fungicidas no controle de *Asperiporium caricae* na cultura do mamoeiro, *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33(1), 399-403.
- Bragoto, A.P.A., Feltes, M.M.C., Block, J.M. Food quality and safety progress in the Brazilian food and beverage industry: chemical hazards. *Food Quality and Safety*, 1(2), 177-129.
- Bussab, W.O., Morettin, P.A., *Estatística Básica*, Saraiva, Sao Paulo, 9ed, 2017.
- Campos, J.F., Carneiro, A.P.S., Peternelli, L.A., Carneiro, J.E.S., da Silva, M.J., e Cecon, P.R. (2016). Classificação de famílias do feijoeiro sob diferentes cenários de dependência espacial e precisão experimental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(2), 105-111.
- Cardoso, D. L., Silva, R.F., Pereira, M.G., Viana, A.P., Araújo, E.F. (2009). Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. *Revista Ceres*, 56(5).
- Costa, A.F.S., Pacova, B.E.V. (2003) Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro, In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. A cultura do mamão: tecnologia e produção, Vitória-ES: Incaper, p,59-102.
- Cruz, C.D. (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics, *Acta Scientiarum*, Maringá, 35(3): 271-276.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S., Regazzi, A.J. (2004) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético, 3, ed, Viçosa: UFV, 480p.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S., Regazzi, A.J. (2012) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético,4, ed, Viçosa: UFV, 668p.
- 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.

- 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., Dantas, A.C.V.L., Lima, J.F. (2002) Mamoeiro, in: Bruckner, C.H. Melhoria de fruteiras tropicais, UFV, Viçosa, MG, p,309-349.
- 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: 09 fev, de 2017.
- Falconer, D. S. (1981) Introdução à genética quantitativa. Tradução de M.A. Silva e J.C. Silva. Viçosa, UFV, 279p.
- FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018) <<http://faostat3.fao.org/home/e>>, Acessado em: 12 jan, de 2018.
- Farias, G.J. (2009) Melhoria genética do mamoeiro (*Carica papaya* L.), Seminário em Genética e Melhoria de Plantas, USP-ESALQ, p, 2.
- Hofmeyer, J.D.J. (1938) Genetical studies of *Carica papaya* L, *Department of agriculture. Science bulletin*, 187, 1-64.
- Horovitz, S., Jiménez, H. (1967) Cruzamientos interespecíficos e intergenéricos em Caricaceas y sus implicaciones fitotécnicas, *Agronomia Tropical*, 17,323-344,
- IBGE, (2018) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>, Acessado em: 09 Jan, de 2018.
- INDEX FUNGORUM, (2017) disponível em: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>, acesso 12 de jan, de 2017,
- JORNAL DA CIÊNCIA (2003) Pesquisa na Uenf permitirá ao país a economia de US\$ 2 milhões por ano. 19 maio, v. 2280.

- Kist, B.B., Santos, C.E., Carvalho, C., Treichel, M.F., Cássio F., (2017) Anuário Brasileiro de Fruticultura 2017 – Frutas cultivo Brasil Ed. Gazeta, 88p.
- Liberato, J. R., Cruz, C. D., Tatagiba, J. S. e Zambolim, L. (2004). Minimum number of assessment times to compare chemical control treatments for papaya fruit anthracnose. *Fitopatologia Brasileira*, 29(6), 659-662.
- Luz, L.N. (2014) Novos híbridos de mamoeiro com adaptação às regiões tradicionais e semiáridas do Brasil, Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 80p.
- Luz, L.N., Pereira, M.G., Barros, F.B., Barros, G.B., Fereguetti, G.A. (2015) Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37 (1): 159-171.
- Mansour, H., Nordheim, E.V. e Rutledge, J.J. Estimations of repeatability. *Theoretical Applied Genetic*, 60:151- 156. 1981.
- MAPA, (2018) *Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento*, Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-nc> Acesso em: 09 Jan, de 2018.
- Marin, S.L.D., Gomes, J.A. (1986) Morfologia e biologia floral do mamoeiro, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 12(134), 10-14.
- Marin, S.L.D., Gomes, J.A., Salgado, J.S. (1995) Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo, 4, ed, Vitória : EMCAPA, 57p, (Circular Técnica, 3).
- 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.
- Maublan, A. (1913). Uma moléstia do mamoeiro (*Carica papaya* L.), Boletim do Ministério da Agricultura Indústria e Comércio, Rio de Janeiro, 2(1),126-130.

- 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., Yu, Q., Moore, P.H. (2007) Sex determination in papaya, *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 18(3), 401-408.
- Moraes, W.B., Moraes, W.B., Cosmi, F.C., Jesus Junior, W.C., Cecilio, R.A., Valadares Júnior, R., Souza, A.F. (2011) Análise de risco sobre o impacto das mudanças climáticas globais na distribuição espacial da pinta preta do mamoeiro no Brasil, *Nucleus*, 8(2), 115-126.
- Mulamba, N.N., Mock, J.J. (1978) Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits, *Egypt Journal of Genetics and Cytology* 7: 40-51.
- Nogueira, E.M.C., Ferrari, J.T., Domingues, R.J., Tófoli 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.
- Oliveira, A.A.R., Santos Filho, H.P., Sanches, N.F., Cruz, J.L., Oliveira, A.M.G., Andrade, P.R.O., Lopes, F.F. (2009) Monitoramento da pinta preta do mamoeiro no município de Itamaraju, BA, com ênfase na produção integrada, In: Simpósio do Papaya Brasileiro, 4, 2009, VITÓRIA-ES, Pesquisa científica e a crise no mercado do mamão: anais,, Vitória: Incaper, 2009, 1 CD-ROM,
- Oliveira, R.P.D.E., Farias, A.R.N., Santos Filho, H.P., Oliveira, J.R.P., Dantas, J.L.L., Santos, L.B., Oliveira, M.A., Souza Junior, M.T., ... e Cordeiro, Z.J.M. (1994) Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção, In: FrupeX, Série publicações técnicas, 9), Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 52p.
- Pereira, M.G., Ferregueti, G.A., Pereira, T.N.S., Ramos, H.C.C., Cortes, D.F. M., Santa-Catarina, R., Luz, L.N., Barros, G.B.A., Arêdes, F.A.S., Boechat, M. S.B.,

- Silveira, S.F., Oliveira, J.G. (2015) Melhoramento genético do mamoeiro: programa Uenf/Caliman. Anais do VI Simpósio do papaya brasileiro. ISBN 978-85-89274-25-8, Vitória, 6: 1-41.
- 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. 2017.
- 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).
- R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. Acesso em: Dez de 2017.
- Resende, M.D.V. (2002). Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.975.
- Resende, M.D.V. e Duarte, J.B. (2007). Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 37(3), 182-194.
- Rezende, J.A.M., Martins, M.C. (2005) Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.), In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. (eds) Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas, Ceres, São Paulo - SP, p 435–443.
- Rutledge, J.J. (1974) A scaling which removes bias of Abeywardena's estimator of repeatability. *Journal of Genetics*, 61(3): 247- 250.
- 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., Vivas, M., da Silveira, S.F., Silva, J.M. e Terra, C.E.P.S. (2011). Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*, 37(4), 215-217.
- Serrano, L.A.L., Cattaneo, L.F. (2010) O cultivo do mamoeiro no Brasil, *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 32(3), 657-659.
- 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.
- 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, M.C.A., Tarsitano, M.A.A., Corrêa, L.S. (2004) Análise do custo de produção e lucratividade do mamão formosa, cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP), *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 26 (1), 40-43.
- Silva, S. e Tassara, H. (1996), Frutas do Brasil, Empresa das Artes, São Paulo/SP, 230p.
- Souza, M.G., Pereira, J.C.R., Garcia, M.V.B., Kano, C., Briosso, P.S.T. (2014) Primeiro relato de Pinta-preta, causada por *Asperiporium caricae*, em Mamoeiro no Amazonas, Comunicado técnico 109p.
- Storck, L. e Silva, M.S. Precisão experimental de ensaios de trigo analisados pelo método de Papadakis. *Ciência Rural*, 44(3),407-413.
- Storey, W.B. (1941) The botany and sex relationship of the papaya, Honolulu: Hawaii Agricultural Experimente station, Papaya production in the havaii Island, 5-22.
- Storey, W.B. (1953) Genetics of the papaya, *Journal of Heredity*, 44: (2), 70-78.
- Suzuki, M. S., Zambolim, L., Liberato, J.R. (2007) Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro, *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 33(2),167-177.

- Treichel, M., Kist, B.B., Santos, C.E., Carvalho, C., Beling, R.R. (2016) Anuário Brasileiro de Fruticultura 2016 – Frutas cultivo Brasil. Ed. Gazeta, 88p.
- Trindade, A.V. (2000) Mamão produção, In: Frutas do Brasil, 3, 2000, Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 77p.
- Vawdrey, L.L., Grice, K.R.E., Westerhuis, D. (2008) Field and laboratory evaluations of fungicides for the control of brown spot (*Corynespora cassiicola*) and black spot (*Asperiporium caricae*) of papaya in far north Queensland, Australia, *Australasian Plant Pathology*, Auckland, 37(6), 552-558.
- Ventura, J.A., Costa, H., Tatagiba, J.S. (2003) Manejo das doenças do mamoeiro, In: Martins, D.S., Costa, A.F.S, (Ed.), A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção, Vitória, ES: Incaper, 229-308p.
- Vivas, M., Felipe, S., Cardoso, D.L., Pereira, M.G., Santos, P.H.D., Ferregueti, G.A. (2012b) Capacidade combinatória e heterose para resistência a pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica, *Tropical Plant Pathology*, 37: (5), 326-332.
- 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. *Tropical Plant Pathology*. 41,380-389.
- Vivas, M., Silveira, S.F. e Pereira, M.G. (2012c). Prediction of genetic gain from selection indices for disease resistance in papaya hybrids. *Revista Ceres*, 59, 781-786.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2010a) Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo, *Tropical Plant Pathology*, (35), 323-328.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Viana, A.P., Do Amaral, A.T., Cardoso, D.L., Pereira, M.G. (2014). Efficiency of circulant diallels via mixed models in the selection of papaya genotypes resistant to foliar fungal diseases. *Genetics and Molecular Research* 13:4797-4804.

- Vivas, M., Silveira, S.F., Viana, A.P., Do Amaral, A.T., Ferregueti, G.A., Pereira, M.G. (2015). Resistance to multiple foliar diseases in papaya genotypes in Brazil. *Crop Protection* 71: 138–143.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Vivas, J.M.S., Pereira, M.G. (2012a) Patometria, parâmetros genéticos e reação de progênies de mamoeiro à Pinta-preta, *Bragantia* (São Paulo, SP), 71: 235-238.
- 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., Vivas, J.M.S., Santos, P.H.D., Carvalho, B.M., Daher, R.F., Do Amaral, A.T., Pereira, M.G. (2017). Phenotypic characterization of papaya genotypes for powdery mildew resistance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17:198-205.
- Vivas, M., Terra, C.E.P.S., Silveira, S.F., Fontes, R.V., Pereira, M.G. (2010b), Diagrammatic scale for assessing severity of back-spot in papaya fruit, *Summa Phytopathologica*, 36:161-163.
- Vivas, M., Silveira, S.F., Terra, C.E.P.S., Pereira, M.G. (2011) Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases, *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11, 36-42.
- Wickham, H. e Stryjewski, L. (2011) 40 years of boxplot. Nov. 17p.
- Willians, J.S. (1962) The evaluation of a selection index, *Biometrics*, 18: 375-393.
- Zambolim, L., Junqueira, N.T.V., Zambolim, E.M. (2006) Manejo integrado de doenças de fruteiras, In: Congresso brasileiro de fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio, RJ, Frutas do Brasil: saúde para o mundo, Cabo Frio: SBF/UENF/UFRural-RJ, p, 19-35.