

CHAPTER XIII

EXPERIMENTAL APPROACH TO THE PRODUCTION AND QUALITY OF FRUITS FROM THE F2 GENERATION OF HYBRID PAPAYA

ABORDAGEM EXPERIMENTAL DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DA GERAÇÃO F2 DE MAMOEIRO HÍBRIDO

DOI: 10.51859/amplla.sset.2224-13

Alice de Freitas Braga¹
Liana Hilda Golin Mengarda²
Rafael Fonseca Zanotti³
Rodrigo Sobreira Alexandre⁴
José Carlos Lopes⁵

¹ Engenheira Agrônoma, Doutora em Entomologia, Pesquisadora.

² Professora do Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo.

³ Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras.

⁴ Professor do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo.

⁵ Pesquisador do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo.

ABSTRACT

Among the challenges of the papaya production chain, genetic improvement and phenotypic evaluation are extremely important to ensure greater quality and quantity of production. From an experimental approach that evaluated plants from the F1 and F2 generations of the papaya hybrid, technical and scientific aspects of the production and quality of Formosa papaya fruits were discussed. Experimentally, the objective was to evaluate the production and quality of fruits produced by plants from the F1 and F2 generations of the UENF/Caliman 01 hybrid. The F1 and F2 plants were evaluated for the number of fruits per plant, mass, length and diameter of the fruits, smallest and largest pulp thickness, BRIX degree and number of seeds per fruit. The average quality of the fruits was not affected between the F1 and F2 generations of the hybrid; however, the high coefficient of variation for the vast majority of the characteristics evaluated in F2 may represent the non-uniformity of the fruits. Thus, the UENF/Caliman 01 hybrid papaya can be cultivated up to the F2 generation without loss of production and quality, as long as the cultivation of the F2

generation is conducted with selected matrices and considering that there may be non-uniformity of the fruits, which could compromise standardization, especially for serving the foreign market.

Keywords: Carica papaya. F1 and F2 generations. Hybrid segregation.

RESUMO

Entre os desafios da cadeia produtiva do mamoeiro, o melhoramento genético e a avaliação dos fenótipos são de extrema importância para garantir uma produção de maior qualidade e quantidade. A partir de uma abordagem experimental que avaliou plantas das gerações F1 e F2 do mamoeiro híbrido, buscou-se discutir aspectos técnicos e científicos da produção e da qualidade dos frutos de mamão Formosa. Experimentalmente, objetivou-se avaliar a produção e a qualidade dos frutos produzidos por plantas das gerações F1 e F2 do mamoeiro híbrido UENF/Caliman 01. Foram avaliadas plantas F1 e F2 quando ao número de frutos por planta, massa, comprimento e diâmetro dos frutos, espessura menor e maior da polpa, grau BRIX e número de sementes por fruto. A qualidade média dos frutos não foi

prejudicada entre as gerações F1 e F2 do híbrido; contudo, o alto coeficiente de variação para a grande maioria das características avaliadas em F2 pode representar a desuniformidade dos frutos. Assim o mamoeiro híbrido UENF/Caliman 01 pode ser cultivado até a geração F2 sem perda de produção e qualidade desde que o cultivo da geração F2 seja conduzido

com matrizes selecionadas e considerando que poderá haver desuniformidade dos frutos o que poderia comprometer a padronização, especialmente para atender o mercado de exportação.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Gerações F1 e F2. Segregação híbrida.

1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L., Caricaceae) é uma cultura de grande importância para o Brasil, que é um dos maiores produtores e consumidores mundiais dessa fruta. Entre muitos avanços técnicos e científicos voltados à cultura do mamoeiro nas últimas décadas (Oliveira & Meissner Filho, 2021), os desafios da cadeia produtiva do mamoeiro direcionam esforços ao melhoramento genético, ao controle biológico de pragas e doenças, à tolerância aos fatores adversos do ambiente e à fisiologia e tecnologia pós-colheita. Assim, o estudo para o desenvolvimento de genótipos e a avaliação dos fenótipos é de extrema importância para diversificar este mercado e garantir uma produção de maior qualidade e quantidade. Ainda, desafios quanto à propagação, como o alto custo de sementes importadas das variedades do grupo Formosa cultivadas, e aos tratos culturais, como a identificação precoce do sexo das plantas, são relevantes e demandam de soluções tecnológicas (Macedo, 2012; Mengarda et al., 2016).

Neste sentido, a partir de uma abordagem experimental que avaliou plantas das gerações F1 e F2 do mamoeiro híbrido UENF/Caliman 01, buscou-se discutir aspectos técnicos e científicos da produção e da qualidade de frutos de mamão Formosa híbrido. Associado a estudos preliminares, aborda-se os efeitos da segregação em plantas das gerações F1 (em heterose máxima) e F2 (geração segregante). Com os resultados desta investigação busca-se contribuir com avanços nas práticas voltadas a maior produtividade e qualidade deste produto agrícola.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biotecnologia da propagação de mamoeiro híbrido

O mamoeiro pode ser propagado sexuado ou vegetativamente. Nos plantios comerciais a propagação por sementes é o método mais prático e econômico. Ambas

as formas de propagação apresentam desafios de cunho técnico-científico os quais demandam soluções biotecnológicas.

Uma importante questão que envolve a propagação do mamoeiro é o elevado preço das sementes dos híbridos comerciais de mamoeiro Formosa, que representam a maior parcela dos plantios no Brasil (Dantas & Lima, 2001; Matos et al., 2013). O alto custo instiga os produtores a realizar plantios com sementes das gerações segregantes, prática não recomendada por resulta em redução do vigor e da produtividade e à heterogeneidade do pomar (Matos et al., 2013; Marin 2002; Marin et al., 2006 a; b).

Outra problemática relacionada à propagação seminífera do mamoeiro são as limitações atribuídas à variabilidade genética e à biologia reprodutiva da espécie. Somente os frutos de plantas hermafroditas apresentam valor comercial, sendo necessário o plantio de, no mínimo, três mudas por cova para garantir a permanência de, pelo menos, uma planta hermafrodita, o que acontece por volta de 5 meses após o plantio. E uma vez que o plantio de híbridos de mamão depende da importação de sementes sob elevado custo, os gastos com as sementes, com os insumos e tratos culturais são, no mínimo, triplicados (Matos et al., 2013; Ruggiero et al., 2011).

Plantas geradas a partir do plantio de sementes F1 de híbridos (em heterose máxima) apresentam características morfofisiológicas ideais, enquanto o plantio de sementes F2 pode gerar plantas que apresentam segregação e heterogeneidade no pomar, o que compromete a qualidade das lavouras (Andrade & Pereira, 2005; Marin, 2002). Logo, torna-se importante o estudo para a produção de novos genótipos e fenótipos a fim de diversificar este mercado e garantir uma produção de maior qualidade e quantidade. O desenvolvimento de sementes híbridas nacionais, como do mamoeiro híbrido UENF/Caliman 01, pode reduzir a dependência por sementes importadas (Macedo, 2012). Ainda, estudos para o desenvolvimento de sementes sintéticas para a obtenção de mudas hermafroditas destes híbridos via propagação vegetativa também podem ser consideradas (Mengarda et al., 2018).

2.2 Aspectos fisiológicos da produção de mamão híbrido

A espécie *Carica papaya* tem origem na Bacia Amazônica Superior e México (América Tropical). É uma espécie alógama ou mista e apresenta poligamia, com plantas masculinas (flores estaminadas), femininas (flores pistiladas) e bissexuais (flores hermafroditas) (Silva et al., 2007). As plantas hermafroditas são visadas

comercialmente pois resultam em frutos piriformes (Matos et al., 2013) com maior espessura de polpa, maior proporção entre a polpa e as sementes, e formato mais alongado.

O cultivo do mamoeiro foi disseminado para inúmeros países tropicais, em especial na Ásia e nas Américas (Silva et al., 2007). A cultura passou a ser implementada no Brasil nos anos 1970; atualmente, os principais estados brasileiros produtores de mamão são o Espírito Santo e a Bahia, os quais contribuem com cerca de 65% da produção nacional da fruta (Embrapa 2024; Oliveira & Meissner Filho, 2021). As variedades de mamoeiro cultivadas comercialmente pertencem aos grupos Solo e Formosa. As variedades do grupo Solo produzem frutos menores, preferidos para exportação; são, em geral, linhagens puras. Já as variedades do grupo Formosa são híbridos e apresentam frutos maiores, sendo destinados ao mercado interno (Dantas & Lima, 2001; Matos et al., 2013).

Pesquisas em conservação e tecnologia de sementes e sistemas de produção de mudas visam gerar tecnologias que impulsionaram a produção de mamão no Brasil (Embrapa, 2024). Além disso, avanços dos estudos em melhoramento do mamoeiro destacam a avaliação de linhagens e híbridos quanto ao potencial agrônomo em diferentes ambientes, estudos de biotecnologia na predição precoce do sexo em plantas (visando identificar as plantas hermafroditas, as quais são de interesse nos cultivos) e a fenotipagem de populações F2 de híbridos, visando a identificação de genótipos superiores (Cardoso et al., 2014; Macedo, 2012; Mengarda et al., 2016; Mengarda et al., 2018; Oliveira et al., 2012; Pinto et al., 2013; Pirovani et al., 2022).

Os híbridos comerciais de mamoeiro são obtidos pelo cruzamento de parentais que, geralmente, apresentam identificação mantida sob registro de patente. Assim, a produção de sementes pelo próprio produtor é dificultada e o plantio com sementes das gerações F2, F3 e F4 dos híbridos não é recomendado (Matos et al., 2013; Marin, 2002) uma vez que somente as plantas da geração F1 (em heterose máxima) tendem a apresentar as características morfofisiológicas ideais de produção.

A heterose representa a manifestação genética dos benefícios da hibridação, sendo **um efeito comum em genótipos de mamoeiro híbridos derivados de pools genéticos distintos**. Com ela, a geração F1 apresenta média superior aos pais com relação às características de interesse (Marin 2002; Marin et al., 2006 a; b; Pirovani et al., 2022). O plantio de sementes F2 pode resultar em plantas segregantes com

consequente perda do vigor híbrido (Andrade & Pereira, 2005; Marin, 2002), que podem afetar a produção e qualidade dos frutos.

O híbrido UENF/Caliman 01 foi obtido por um cruzamento entre um progenitor do grupo Solo (Sunrise Solo) e um progenitor do grupo Formosa (JS12), e apresenta características morfoagronômicas superiores, e fenótipo predominante do grupo Formosa (Macedo et al., 2012). Para este híbrido, foram avaliadas qualidade físico-química e fisiológica de sementes F1 e F2 e o desenvolvimento vegetativo das plantas originadas destas sementes. Mengarda e colaboradores (2016) verificaram que as sementes F1 (em heterose máxima) apresentaram maior qualidade. As plantas da geração F1 apresentaram 100% de sobrevivência, enquanto 25% das plantas F2 morreram. A qualidade das sementes está associada à maior sobrevivência das plantas em campo, mas não apresenta relação positiva com o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo subsequente das plantas.

Com relação à porcentagem de plantas hermafroditas não foi observada diferença entre as gerações F1 e F2. Em contrapartida, as plantas da geração F2 apresentam desempenho médio superior com relação ao diâmetro do caule, altura do painel e número de frutos. Logo, observou-se que as diferenças entre as gerações F1 e F2 do mamoeiro híbrido tornaram-se menos evidentes após o transplante das mudas para o campo (a exceção da sobrevivência), havendo sincronia no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo entre as gerações (Mengarda et al., 2016). Em perspectiva, estudos sobre a qualidade dos frutos podem ser abordados para verificar os efeitos da segregação híbrida sobre tais aspectos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Visando discutir os aspectos de produção e qualidade de frutos de mamão híbrido sob abordagem experimental, foram avaliadas plantas das gerações F1 e F2 do híbrido UENF/ Caliman 01, com **número de Registro 12359 (RNC/Brasil)**, obtidas pela germinação de sementes (primeira e segunda gerações) fornecidas pela empresa Caliman Agrícola S.A. As mudas de mamoeiro foram propagadas em tubetes em casa de vegetação, e 75 dias após a semeadura foram transplantadas para o campo.

O experimento foi desenvolvido no Sítio Ponte da Braúna, localizado no distrito de Rive, no município de Alegre – ES, e no Laboratório de Análise de Sementes (LAS)

do Departamento de Produção Vegetal, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES).

Durante o período da pesquisa foram realizadas adubações de acordo com o manual de recomendação de calagem e adubação para a cultura do mamoeiro no estado do Espírito Santo (Prezotti et al., 2007). A partir dos seis meses após o transplante para o campo, as plantas foram avaliadas quanto à floração e a determinação do sexo da planta, e todos os frutos produzidos foram coletados no estágio de maturação $\frac{1}{4}$, até os 12 meses.

A produção e a qualidade dos frutos foram determinadas pelas análises de: número de frutos por planta, massa, comprimento e diâmetro dos frutos, espessura menor e maior da polpa, °BRIX e número de sementes por frutos. A concentração de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi lido no suco extraído de uma amostra mediana de tecido da polpa a partir da extração por prensa de mão. As leituras foram efetuadas por um refratômetro portátil.

O experimento em campo foi conduzido no delineamento de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, e quatro plantas por parcela. Os resultados foram submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade dos resíduos e submetidos à análise de variância para comparação entre as gerações do híbrido (R Core Team, 2024).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A porcentagem de plantas hermafroditas da geração F2 (40%) foi superior a F1 (30%) (Figura 1). Não houve diferença significativa pelo teste F entre os valores médios das características de qualidade dos frutos das gerações F1 e F2 para nenhuma variável analisada ao longo das coletas até os 360 dias (Tabela 1). De modo geral, as médias para F2 foram maiores que para F1; porém, na geração F2 observou-se ampla variação entre as repetições e blocos avaliados. Com isso, foi evidenciado maior coeficiente de variação (CV%) para as variáveis analisadas na geração F2, (a exceção do número de fruto por planta e do °BRIX), representando, possivelmente, o efeito de segregação híbrida na produção e qualidade de frutos de plantas da geração F2.

Figura 1 - Porcentagem de plantas de mamoeiro hermafroditas, macho e fêmea, caracterizada com base na estrutura das flores aos seis meses após o transplante das gerações F1 e F2 do híbrido UENF/Caliman 01

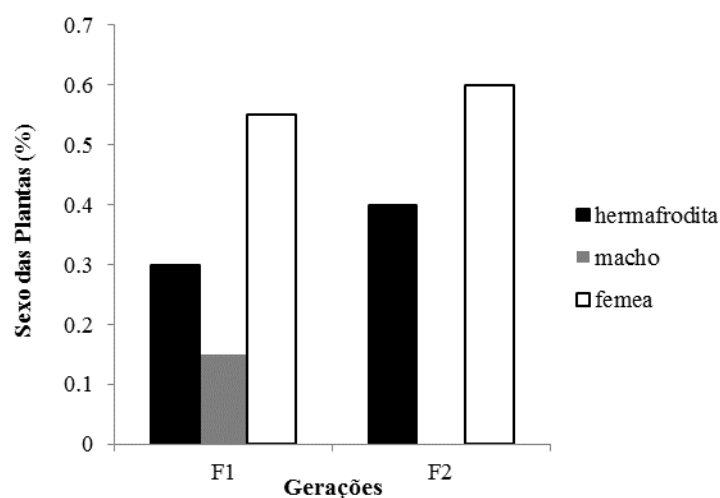


Tabela 1 – Número de frutos, peso dos frutos, peso da polpa, espessura maior e menor da polpa dos frutos, Comprimento e diâmetro dos frutos, grau Brix e número de sementes por fruto em plantas de *C. papaya* das gerações F1 e F2 do híbrido UENF/Caliman 01

Geração	N° frutos	Peso frutos	Peso polpa	EMa Polpa	EMe Polpa	Comp	Diâm	°Brix	N° sem
F1	8,45	523,5	447,4	19,51	15,03	19,51	27,60	10,63	596,5
CV (%)	29,18	18,40	19,78	3,62	9,58	7,01	7,88	16,13	22,48
F2	12,06	616,2	546,3	19,51	17,36	19,51	27,85	12,25	425,4
CV (%)	21,67	35,43	36,49	11,86	12,91	8,10	26,18	9,71	29,96
Média	7,66	517,7	399,28	19,51	16,91	19,51	27,73	11,44	510,9

Esperava-se melhor desempenho quando as características agronômicas, incluindo produção e qualidade de frutos, das plantas da geração F1 do mamoeiro híbrido, resultante do efeito heterótico alcançado pelo cruzamento de linhagens que possuem boa capacidade combinatória (Marin 2002; Marin et al., 2006 a; b). Contudo, os valores médios não diferiram estatisticamente.

De acordo com Santos (2009) a propagação do mamoeiro a partir de sementes obtidas de frutos originados de uma geração F1 do híbrido, as quais representam a geração F2, procedimento comumente adotado pelos agricultores, resulta na expressão de fenótipos variados em função da segregação. Tal fato pode ser constatado pela desuniformidade dos frutos em plantios comerciais de mamoeiro, causando sérios prejuízos aos produtores ou acréscimos no custo de produção.

Nesse caso, as plantas perdem as características do híbrido original, produzindo frutos com qualidade inferior e fora do padrão comercial (Costa & Pacova, 2003).

Nas observações feitas no presente estudo, a qualidade média dos frutos não foi prejudicada entre as gerações F1 e F2 do híbrido UENF/Caliman 02; contudo, o alto CV% para a grande maioria das características avaliadas pode representar a desuniformidade dos frutos, que poderia comprometer a padronização, especialmente a fim de atender o mercado de exportação.

Embora os genótipos segregantes não sejam desejados em relação ao cultivo de mamoeiro, as gerações segregantes podem representar importante fonte de variabilidade genética para os programas de melhoramento do mamoeiro. O número reduzido de cultivares e, conseqüentemente, uma variabilidade genética restrita, representa uma problemática nos sistemas de produção do mamoeiro. Como resultado, a cultura torna-se mais vulnerável a doenças, pragas e estresses ambientais. Sudha et al. (2013) **estimaram o desempenho médio quanto a resistência ao vírus da mancha anelar (PRSV) em híbridos de *C. papaya* (cvs. Pusa Nanha, CP50 e Co7) x *Vasconcellea cauliflora*, selecionando plantas F₂ com desempenho satisfatório.** Assim, é necessária a observação das gerações segregantes com vistas à seleção de progenitores para o desenvolvimento de novas cultivares, o que pode garantir maior sustentabilidade à cultura do mamoeiro (Dias et al., 2011).

Mengarda e colaboradores (2016) verificaram que as sementes F1 (em heterose máxima) apresentaram maior qualidade: maiores teores de açúcares e de lipídeos, maior vigor, maior porcentagem de germinação e de plântulas normais, além de menor tempo médio de germinação. Comparando o desempenho da geração F2 com relação à F1, as sementes F2 apresentaram menor desempenho para 62,5% das características físico-químicas das sementes; o desempenho de F2 foi inferior para 100% das características com relação à qualidade fisiológica das sementes. 100% das mudas F1 transplantadas sobreviveram, enquanto apenas 75% de mudas da geração F2. Em contrapartida, as plantas da geração F2 apresentam desempenho médio superior com relação ao diâmetro do caule, altura do painel e número de frutos. No presente estudo observou-se que, além de maior vigor no desenvolvimento vegetativo, as plantas F2 apresentaram maiores média de produção e qualidade de frutos. A estimativa do valor médio de F2, contudo, está associado a maior variação

observada, que pode mascarar a desuniformidade indesejada quanto à atributos de qualidade dos frutos da geração F2 do híbrido UENF/Caliman 01.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta abordagem experimental, associada a estudos preliminares, conduziu a discussão dos efeitos da segregação em plantas das gerações F2 do híbrido UENF/Caliman 01 quanto a produção e da qualidade de frutos de mamão Formosa híbrido. Sementes F2 apresentaram menor qualidade e as plantas têm menor sobrevivência no campo. Contudo, as plantas F2 têm desempenho agrônômico médio superior. A qualidade média dos frutos não foi prejudicada entre as gerações F1 e F2 do híbrido; contudo, o alto coeficiente de variação para a grande maioria das características avaliadas em F2 pode representar desuniformidade dos frutos.

Assim, o mamoeiro híbrido UENF/Caliman 01 pode ser cultivado até a geração F2 sem perda de produção e qualidade, desde que o cultivo da geração F2 seja conduzido com matrizes selecionadas e considerando que poderá haver desuniformidade da produção e da qualidade dos frutos, que poderia comprometer a padronização, especialmente a fim de atender o mercado de exportação.

AGRADECIMENTOS

À empresa Caliman Agrícola S.A. pelo fornecimento das sementes. Ao CNPq pela concessão das bolsas.

REFERÊNCIAS

- Andrade, J. A. D. C., & Pereira, F. C. D. (2005). Uso do efeito xênia em híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4(01).
- Cardoso, D. L., Luz, L. N. D., Macêdo, C. M. P. D., Gonçalves, L. S. A., & Pereira, M. G. (2014). Heterosis in papaya: inter and intragroup analysis. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 610-619.
- Costa, A. D. F. D., & Pacova, B. E. V. (2003). Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. *Martins, DS y Costa, AFS A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, Cap, 3*, 59-102.
- Dantas, J. L. L., & Lima, J. F. D. (2001). Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro: avaliação de linhagens e híbridos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 617-621.

- Dias, N. L. P., Oliveira, E. J. D., & Dantas, J. L. L. (2011). Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agronômicos e estimação de parâmetros genéticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 1471-1479.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2024). *Produção de mamão*.
https://www.cnpmf.embrapa.br/Base de Dados/index_pdf/dados/brasil/mamao/b1_mamao.pdf.
- Macedo, C. M. P. (2012) *Avaliação de híbridos elites de mamão (Carica papaya L.) e seus cruzamentos recíprocos, quanto à qualidade fisiológica de sementes e o potencial agrônomo*. [Tese de Doutorado em Produção Vegetal] Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Matos, E. L. S., Oliveira, E. J., Jesus, O. N., & Dantas, J. L. L. (2013). Microsatellite markers of genetic diversity and population structure of *Carica papaya*. *Annals of Applied Biology*, 163(2), 298-310.
- Mengarda, L. H. G., Lopes, J. C., Alexandre, R. S., Ferreira, A., & Braga, A. D. F. (2016). Performance of Generations of Uenf/Caliman 01 Papaya and Correlations Between Germination, Vegetative and Reproductive Development. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2), e-358.
- Mengarda, L. G., Lopes, J. C., Alexandre, R. S., & Otoni, W. C. (2018). Induction of somatic embryogenesis in hermaphrodite papaya from cotyledon leaves of in vitro seedlings or adult plant-derived explants. *Fruits*, 73(4), 209-217.
- Marin, S. L. D. (2002) *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'solo' e 'formosa'* [Tese de Doutorado em Melhoramento Genético Vegetal]. Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Marin, S. L. D., Pereira, M. G., Amaral Júnior, A. T., Martelleto, L. A. P. & Ide, C. D. (2006a) Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 6(1), 24-29.
- Marin, S. L. D., Pereira, M. G., Amaral Júnior, A. T., Martelleto, L. A. P. & Ide, C. D. (2006b) Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Scientia Agricola*, 63 (6) 540-546.
- Oliveira, E. J., Dias, N. L. P. & Dantas, J. L. L. (2012) Selection of morpho-agronomic descriptors for characterization of papaya cultivars. *Euphytica*, 185, 253-265.
- Oliveira, A. M. G. & Meissner Filho, P. E (2021). *A cultura do mamoeiro*. Embrapa.
- Pinto, F. O., Pereira, M. G., Luz, L. N., Cardozo, D. L., Ramos, H. C. C., & Macedo, C. M. P. (2013). Use of microsatellite markers in molecular analysis of segregating populations of papaya (*Carica papaya* L.) derived from backcrossing. *Genetics and Molecular Research*, 12(3), 2248-2259.

- Pirovani, A. A. V., Ramos, H. C. C., Santa-Catarina, R., Miranda, D. P., Rodrigues, A. S., Vettorazzi, J. C. F. & Viana, A. P. (2022). Is there a possibility to improve a developed hybrid? A current demand on papaya (*Carica papaya* L.). *Euphytica*, 218(5), 64.
- Prezotti, L. C., Gomes, J. A., Dadalto, G. G. & Oliveira, J, A. de. (2007) *Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo*. (5ª aproximação) SEEA/INCAPER/CEDAGRO.
- R Core team (2024) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Ruggiero, C., Marin, S. L. D. & Durigan, J. F. (2011) Mamão, uma história de sucesso. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (spel).
- Santos, S. A. D., Silva, R. F. D., Pereira, M. G., Alves, E., Machado, J. D. C., Borém, F. M., & Marques, E. R. (2009). Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 31, 116-122.
- Sudha, R., Balamohan, T. N., Soorianathasundaram, K., Manivannan, N., & Rabindran, R. (2013). Evaluation of F2 intergeneric population of papaya (*Carica papaya* L.) for resistance to papaya ringspot virus (PRSV). *Scientia Horticultura*, 158, 68-74.
- Silva, J. D., Rashid, Z., Nhut, D. T., Sivakumar, D., Gera, A., Souza, M. T., & Tennant, P. (2007). Papaya (*Carica papaya* L.) biology and biotechnology. *Tree and forestry science and biotechnology*, 1(1), 47-73.