

SELEÇÃO DE HÍBRIDOS *TOPCROSSES* DE MAMOEIRO PARA OS
ATRIBUTOS RELACIONADOS A QUALIDADE DOS FRUTOS

DANIEL PEREIRA MIRANDA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2021

SELEÇÃO DE HÍBRIDOS *TOPCROSSES* DE MAMOEIRO PARA OS
ATRIBUTOS RELACIONADOS A QUALIDADE DOS FRUTOS

DANIEL PEREIRA MIRANDA

“Tese 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 Doutor em Genética e Melhoramento de
Plantas.”

Orientadora: Prof^a. Helaine Christine Cancela Ramos

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

M672 Miranda, Daniel Pereira.

Seleção de híbridos *Topcrosses* de mamoeiro para os atributos relacionados a qualidade dos frutos / Daniel Pereira Miranda. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.

154 f. : il.

Bibliografia: 93 - 112.

Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2021.
Orientadora: Helaine Christine Cancela Ramos.

1. *Carica papaya*. 2. melhoramento. 3. correlação. 4. capacidade combinatória. 5. heterose. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 631.5233

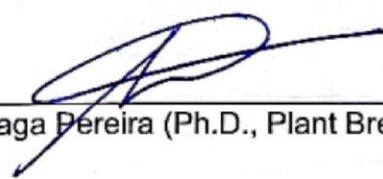
SELEÇÃO DE HÍBRIDOS TOPCROSSES DE MAMOEIRO PARA OS
ATRIBUTOS RELACIONADOS A QUALIDADE DOS FRUTOS

DANIEL PEREIRA MIRANDA

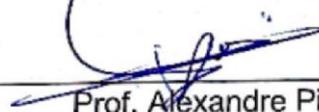
"Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Genética e Melhoramento de
Plantas. "

Aprovada em 15 de março de 2021.

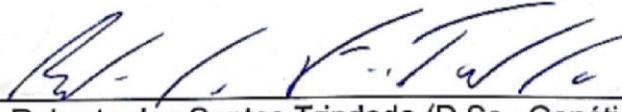
Comissão Examinadora:



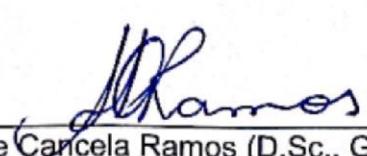
Prof. Messias Gonzaga Pereira (Ph.D., Plant Breeding) - UENF



Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF



Dr. Roberto dos Santos Trindade (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas)
EMBRAPA



Prof.ª Helaine Christine Cancela Ramos (D.Sc., Genética e Melhoramento de
Plantas) - UENF
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Helena e Wilton. Às minhas irmãs Rafaela e Gabriela e ao meu
sobrinho Matheus.

Dedico esta conquista

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Norte Fluminense pelo recebimento, oportunidade concedida e pela infraestrutura.

Ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade e aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e FAPERJ www.faperj.br Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ pelo suporte financeiro durante esses dois anos em especial à CAPES pela concessão da bolsa.

À Prof^a Helaine Christine Cancela Ramos pela orientação, conselhos e ensinamentos fornecidos.

Ao Prof. Messias Gonzaga Pereira pelos ensinamentos, contribuições e financiamento que permitiram a realização do presente trabalho.

Aos demais professores do curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da UENF, pelo aprendizado, por terem sido fundamentais para minha formação acadêmica.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da UENF (Daniel) pela ajuda e esclarecimentos acadêmicos.

Aos meus pais Helena Pereira de Araújo Miranda e Wilton Arrais Miranda por toda ajuda e conselhos durante toda minha vida, sem isso não chegaria até onde cheguei.

À minha ex-orientadora da graduação Isane Vera Karsburg pelos primeiros ensinamentos em genética, trabalhos científicos e estímulo a cursar a Pós-Graduação.

Ao meu amigo Rafael Walter muito obrigado pela amizade, conselhos e pelos excelentes momentos.

Aos amigos que estiveram comigo nessa caminhada: Ney, Alex, Grasi, Larissa, Deurimar, Lidiane, Otávio e Vinícius.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal: Renato, Julio, Alex, Grasi, Izaias, Rafaela, Adriana, Dieimes e Tathianne, muito obrigado pela amizade e momentos únicos.

Ao Renato Santa-Catarina e Julio Vettorazzi pela imensa ajuda em todas as etapas da Tese e pelos ensinamentos fornecidos durante todo o meu doutorado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	XIII
RESUMO	XV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	5
2.1 Objetivos específicos.....	5
3. CAPÍTULOS	7
3.1 ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A QUALIDADE DE FRUTO EM HÍBRIDOS <i>TOPCROSSES</i> DE MAMOEIRO (<i>Carica papaya</i> L.) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SELEÇÃO	7
3.1.1 INTRODUÇÃO.....	7
3.1.2 REVISÃO.....	10
3.1.2.1 Características gerais do mamoeiro	10
3.1.2.2 Importância econômica da cultura	11
3.1.2.3 Melhoramento genético do mamoeiro.....	13
3.1.2.4 Qualidade dos frutos em mamoeiro	15
3.1.2.5 Correlação fenotípica e genotípica	17
3.1.2.6 Análise de trilha	18
3.1.2.7 Correlação canônica	19
3.1.3 MATERIAL E MÉTODOS	20

3.1.3.1	Material genético e delineamento estatístico	20
3.1.3.2	Variáveis mensuradas	24
3.1.3.3	Correlação entre as variáveis	25
3.1.3.4	Análise de trilha	25
3.1.3.5	Correlação canônica	26
3.1.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1.4.1	Associação entre as variáveis	27
3.1.4.2	Efeitos diretos e indiretos sobre a porcentagem do volume da polpa	29
3.1.4.3	Interação entre as variáveis principais e secundárias	33
3.1.5	CONCLUSÃO	36
3.2	CAPACIDADE ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO E HETEROSE EM HÍBRIDOS DE MAMOEIRO PARA A QUALIDADE DOS FRUTOS	37
3.2.1	INTRODUÇÃO	37
3.2.2	REVISÃO	39
3.2.2.1	Capacidade específica de combinação	39
3.2.2.2	Heterose	41
3.2.3	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.2.3.1	Material genético e delineamento estatístico	43
3.2.3.2	Variáveis mensuradas	44
3.2.3.3	Heterose e capacidade específica de combinação	45
3.2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.2.4.1	Estimativas das heteroses	47
3.2.4.2	Capacidade combinatória	55
3.2.5	CONCLUSÃO	61
3.3	HÍBRIDOS <i>TOPCROSSES</i> EM MAMOEIRO (<i>Carica papaya</i> L.): AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PARA AUMENTO DA QUALIDADE DE FRUTOS EM NOVAS CULTIVARES	62
3.3.1	INTRODUÇÃO	62
3.3.2	REVISÃO	64
3.3.2.1	Índices de seleção	64
3.3.2.2	Aplicações do índice de seleção no melhoramento vegetal	66
3.3.3	MATERIAL E MÉTODOS	68
3.3.3.1	Material genético e delineamento estatístico	68

3.3.3.2 Características avaliadas.....	69
3.3.3.3 Parâmetros genéticos e análise de médias	70
3.3.3.4 Índices de seleção	71
3.3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.3.4.1 Multicolinearidade e parâmetros genéticos.....	72
3.3.4.2 Análise de médias	77
3.3.4.3 Ganhos de seleção.....	85
3.3.5 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
APÊNDICE.....	113

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A QUALIDADE DE FRUTO EM HÍBRIDOS *TOPCROSSES* DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SELEÇÃO

- Tabela 1** - Produtos fitossanitários utilizados durante o experimento (março de 2017 – maio de 2018).24
- Tabela 2** - Correlação genotípica (r_G) e fenotípica (r_F) entre oito variáveis relacionadas a qualidade de frutos avaliadas em 62 híbridos *topcrosses*.28
- Tabela 3** - Análise de trilhas demonstrando os efeitos diretos e indiretos do peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$) e diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$) sobre a variável porcentagem do volume de polpa (%VP) em 62 híbridos *topcrosses*.32
- Tabela 4** - Coeficientes e correlação canônica entre as variáveis principais (Grupo I) e secundárias (Grupo II) de 62 híbridos *topcrosses*.34

**CAPÍTULO III - HÍBRIDOS TOPCROSSES EM MAMOEIRO (*Carica papaya* L.):
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PARA AUMENTO DA QUALIDADE DE FRUTOS
EM NOVAS CULTIVARES**

Tabela 1 - Diagnóstico da multicolinearidade das oito características em 62 híbridos *topcrosses* de *C. papaya*.72

Tabela 2- Resumo da análise de variância e estimativas dos parâmetros genéticos para oito características relacionadas a qualidade dos frutos de mamoeiro: Peso do fruto (PF_(g)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), espessura da polpa (EP_(cm)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS^(°Brix)) e porcentagem do volume da polpa (%VP) em 62 híbridos de *C. papaya*.76

Tabela 3 - Médias aritméticas de oito características relacionadas a qualidade dos frutos, agrupadas pelo teste de Scott-Knott de 71 genótipos de *C. papaya*.78

Tabela 4 - Estimativas dos ganhos de seleção (%) para as oito características relacionadas a qualidade de fruto avaliadas em 62 híbridos *topcrosses* de *C. papaya*.86

Tabela 5 - Híbridos selecionados com base no índice de Mulamba e Mock (1978) utilizando como critério os pesos econômicos atribuídos por tentativas.91

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A QUALIDADE DE FRUTO EM HÍBRIDOS *TOPCROSSES* DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SELEÇÃO

- Figura 1** - Fluxograma do avanço de gerações a partir do cruzamento biparental inicial para obter as linhagens e híbridos. FP: firmeza da polpa (Newtons), TSS: teor de sólidos solúveis (^oBrix) e SSD: single seed descent.21
- Figura 2** - Variáveis climáticas durante o experimento no município de Linhares – ES. Fonte: adaptado do INMET (2018). Média zero: nenhuma informação sobre está variável climática.22
- Figura 3** - Fertilizantes aplicados (kg ha⁻¹) durante as etapas de frutificação.....23
- Figura 4** - Análise de trilha utilizada para obter os efeitos indiretos sob a porcentagem do volume da polpa (%VP). Peso do fruto (PF (g)), firmeza do fruto (FF (Newtons)), firmeza da polpa (FP (Newtons)) e teor de sólidos solúveis (TSS (^oBrix)) comprimento do fruto (CF (cm)), diâmetro do fruto (DF (cm)), espessura da polpa (EP (cm)), E: erro.30

CAPÍTULO II - CAPACIDADE ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO E HETEROSE EM HÍBRIDOS DE MAMOEIRO PARA A QUALIDADE DOS FRUTOS

Figura 1 - Estimativas para a heterobeltiose, heterose padrão e heterose funcional para os híbridos considerados como padrão 'Intermediário'. Peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$) e porcentagem do volume da polpa (%VP).....48

Figura 2 - Estimativas para as heteroses varietais dos híbridos considerados como padrão 'Intermediário', utilizando-se as cultivares 'UENF/CALIMAN 01' (A), 'UC-10' (B) e 'Tainung'(C). Peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$) e porcentagem do volume da polpa (%VP).....49

Figura 3 - Estimativas para a heterobeltiose, heterose padrão e heterose funcional para os híbridos considerados como padrão 'Formosa'. Peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$) e porcentagem do volume da polpa (%VP).....51

Figura 4 - Estimativas para as heteroses varietais dos híbridos considerados como padrão 'Formosa', utilizando-se as cultivares 'UENF/CALIMAN 01' (A), 'UC-10' (B) e 'Tainung'(C). Peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(Newtons)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$) e porcentagem do volume da polpa (%VP).....52

Figura 5 - Capacidade específica de combinação (CEC) do peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$), e porcentagem de volume da polpa (%VP) em 32 combinações híbridas consideradas dentro do padrão 'Intermediário'. Os valores à esquerda (-)

e à direita (+) do ponto 0 representam as estimativas positivas e negativas da CEC, respectivamente. Quanto maior for a barra em cada cor, maior será a CEC estimada.56

Figura 6 - Capacidade específica de combinação (CEC) do peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$), e porcentagem de volume da polpa (%VP) em 30 combinações híbridas consideradas dentro do padrão 'Formosa'. Os valores à esquerda (-) e à direita (+) do ponto 0 representam as estimativas positivas e negativas da CEC, respectivamente. Quanto maior for a barra em cada cor, maior será a CEC estimada.57

RESUMO

MIRANDA, Daniel Pereira, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, março de 2021. Seleção de híbridos *topcrosses* de mamoeiro para os atributos relacionados a qualidade dos frutos. Orientadora: Prof^a. Helaine Christine Cancela Ramos. Professores Conselheiros: Messias Gonzaga Pereira e Alexandre Pio Viana

O melhoramento do mamoeiro tem como foco o desenvolvimento de genótipos superiores que apresentem alta produtividade, resistência a doenças e que possuam qualidade do fruto aceitável para serem disponibilizados ao mercado consumidor. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a performance e selecionar híbridos *topcrosses* de mamoeiro para os atributos relacionados a qualidade dos frutos. O experimento consistiu em um Látice 13 x 13, com cinco repetições, duas plantas por parcela, constituído de 97 linhagens F₅, 62 híbridos *topcrosses* e 10 testemunhas. Os 62 híbridos foram obtidos a partir do cruzamento de linhagens F₄ avançadas pelo método SSD (single seed descent) com a linhagem testadora SS-72/12 ('Solo'). Oito características foram avaliadas: peso do fruto, comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa, firmeza do fruto e da polpa, teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa. As análises biométricas realizadas foram organizadas em três capítulos. O primeiro capítulo contemplou o estudo das associações e as causas e efeitos entre as variáveis. Conforme os resultados, a firmeza do fruto e teor de sólidos solúveis apresentaram correlação genotípica positiva e significativa, fornecendo indícios à seleção de frutos com

elevadas médias para ambas as variáveis. A espessura da polpa foi a principal responsável pelo aumento da variável principal (porcentagem do volume da polpa). Por sua vez, o resultado da análise de correlação canônica demonstrou aumento da espessura da polpa associado ao acréscimo do comprimento dos frutos decorrente do incremento da porcentagem do volume da polpa. Assim, verificou-se que as variáveis físico-químicas apresentaram baixa associação com as demais, o que tornará o processo de seleção laborioso. O segundo capítulo avaliou a capacidade específica de combinação (CEC) de linhagens F₄ e os efeitos heteróticos híbridos resultantes dos cruzamentos. Assim, observou-se diferença significativa entre os híbridos para a heterose e para a CEC. As combinações SS-72/12 x UCLA08-034 ('Intermediário') SS-72/12 x UCLA08-013 ('Formosa') apresentaram boas firmezas e alto teor de sólidos solúveis. Os híbridos H62, H70, H51 ('Intermediários'), H9, H8 e H80 ('Formosa') apresentaram estimativas positivas para as firmezas e teor de sólidos solúveis em relação as heteroses varietais. Estes resultados demonstraram que as linhagens possuem a capacidade de gerar bons híbridos e estes híbridos possuem potencial para serem lançados como novas variedades. O terceiro capítulo objetivou avaliar e selecionar híbridos superiores que atendam os padrões de comercialização. Os resultados indicaram diferença significativa para todas as variáveis de acordo com o teste F. No processo de seleção, três índices (Smith e Hazel, Pesek e Baker e o índice de Williams) apresentaram redução nos ganhos para pelo menos uma das características de maior importância para a qualidade dos frutos, como a firmeza de fruto e polpa, teor de sólidos solúveis e/ou rendimento da polpa. Contudo, o índice de Mulamba e Mock demonstrou ganhos satisfatórios para estas variáveis com mínima redução nas demais, sendo considerado o mais apropriado para seleção dos híbridos. Com base nos resultados obtidos, os híbridos selecionados foram: UCHJ16-014, UCHJ16-034, UCHJ16-006, UCHJ16-026, UCHJ16-013, UCHJ16-012, UCHJ16-025 e UCHJ16-016.

Palavras-chave: *Carica papaya*; melhoramento; correlação; capacidade combinatória; heterose.

ABSTRACT

MIRANDA, Daniel Pereira, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, March 2021. Selection of papaya topcrosses hybrids for attributes related to fruit quality. Advisor: Prof^a. Helaine Christine Cancela Ramos; Committee members: Messias Gonzaga Pereira and Alexandre Pio Viana

The improvement of papaya is focused on the development of genotypes that present high productivity, resistance to diseases and that have acceptable fruit quality to be made available to the consumer market. Thus, the present work aimed to evaluate the performance and select papaya topcrosses hybrids for attributes related to fruit quality. The experimental design used was the 13 x 13 lattice square, composed by 97 F₅ lines from the self-fertilization of parental F₄ lines advanced by SSD method (single seed descent), 62 topcrosses hybrids and 10 controls. The 62 hybrids were obtained by crossing F₄ lines with the SS-72/12 test line ('Solo'). Eight traits were measured: fruit weight, fruit length and diameter, pulp thickness, fruit and pulp firmness, soluble solids content and percentage of pulp volume. The present work resulted in three chapters. The first chapter covered the study of associations and the causes and effects between traits. According to the results, the firmness of the fruit and the soluble solids content showed a positive and significant genotypic correlation, providing evidence for the selection of fruits with high averages for both traits. The pulp thickness was the main responsible for the increase of the main trait percentage of the pulp volume. In turn, the result of the canonical correlation analysis showed an increase in the thickness of the pulp associated with the

increase in the length of the fruits due to the increase in the percentage of the pulp volume. Thus, it was found that the physical-chemical traits had a low association with the others, which will make the selection process laborious. The second chapter evaluated the specific combining ability (SCA) of F₄ lines and the hybrid heterotic effects resulting from crosses. Thus, a significant difference was observed between the hybrids for heterosis and for SCA. The combinations SS-72/12 x UCLA08-034 (Intermediate) SS-72/12 x UCLA08-013 ('Formosa') showed good firmness and high content of soluble solids. The hybrids H62, H70, H51 (Intermediates), H9, H8 and H80 ('Formosa') presented positive estimates for firmness and soluble solids content in relation to varietal heteroses. These results demonstrated that the lines have the capacity to generate good hybrids and these hybrids can be considered as suitable for the indication of new cultivars. The third chapter aimed to evaluate and select superior hybrids that meet commercial standards. The results indicated a significant difference for all traits according to the F test. In the selection process, three indices (Smith and Hazel, Pesek and Baker, and the Williams index) showed a reduction in gain for at least one of the most important traits. in fruit quality, such as fruit and pulp firmness, soluble solids content and/or pulp yield. However, the Mulamba and Mock index demonstrated satisfactory gains for all these traits with minimal reduction in the others, which is considered the most appropriate for the selection of eight papaya hybrids (UCHJ16-014, UCHJ16-034, UCHJ16-006, UCHJ16-026, UCHJ16-013, UCHJ16-012, UCHJ16-025, and UCHJ16-016).

Keywords: *Carica papaya*; breeding; correlation; combining ability; heterosis.

1. INTRODUÇÃO

As plantas de mamoeiro são consideradas herbáceas, perene, com frutos que surgem nas axilas das folhas arranjadas em espiral ao longo do caule ereto. As plantas podem viver na natureza de 5-10 anos, no entanto, quando cultivadas seu tempo útil cai para 2-3 anos (Chan, 2009). Seus frutos são ricos em proteínas, fibras, carboidratos, minerais (magnésio e potássio), vitaminas (A, B C e E), compostos voláteis e alcaloides, caracterizando-se como frutos altamente nutritivos (Krishna et al., 2008). Os frutos são considerados ótimas fontes de betacaroteno que previne danos causados por radicais livres que em alguns casos podem causar câncer, além de prevenir diabetes, doenças do coração e manter os níveis de colesterol baixos (Aravind et al., 2013).

O mamoeiro possui grande importância nacional e internacional, no entanto, segundo Pereira et al. (2019a) existem poucos programas de melhoramento genético para esta cultura visando a obtenção de cultivares, sendo que até recentemente 100% das áreas destinadas ao cultivo de híbridos eram compostas por sementes importadas, o que tornava o cultivo muito mais oneroso. No Brasil, os principais programas de melhoramento genético do mamoeiro são realizados pela Embrapa mandioca e Fruticultura, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e pela parceria entre a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) com a empresa Caliman Agrícola S.A. A parceria entre UENF/Caliman desde 1996 resultou no desenvolvimento do primeiro híbrido de mamão brasileiro, denominado

'UENF/CALIMAN 01', mais conhecido como Calimosa (Marin et al., 2006a, 2006b). Desde então, essa parceria foi responsável pelo desenvolvimento de 21 híbridos pertencentes ao grupo 'Solo', 'Formosa' e híbridos 'Intermediários' a ambos os grupos (Pereira et al., 2019a).

No melhoramento de plantas, o melhorista deve ter o pleno conhecimento de como as variáveis estão associadas para que a seleção de genótipos seja eficiente. De acordo com Cruz (2005), o estudo das correlações possibilitará o estabelecimento de estratégias mais adequadas dentro de um programa de melhoramento e permitirá a avaliação das respostas indiretas em variáveis com baixa herdabilidade ou que possuam dificuldade na fenotipagem. No entanto, para se ter a real associação de uma característica sobre a outra, é necessário decompor as estimativas da correlação em efeitos diretos e indiretos de variáveis secundárias sobre uma de maior importância, denominando-se essa dissociação em análise de trilha, escrita pela primeira vez por Wright (1921). De acordo com Rocha et al. (2017) a principal importância da análise de trilha é auxiliar na seleção indireta, pois esta análise tem o poder de confirmar se duas variáveis estão realmente associadas diretamente, evitando desta forma, equívocos na seleção.

Apesar da análise de trilha ser de grande importância para a identificação dos efeitos diretos e indiretos sobre a variável principal, esta análise apresenta a desvantagem de limitar-se a apenas uma variável. Desta forma, Hotelling (1936) propôs a análise de correlação canônica, com o objetivo de verificar a associação entre dois grupos de variáveis. Segundo Cruz et al. (2012), no melhoramento de plantas a análise canônica é utilizada principalmente para analisar as relações entre parte aérea versus sistema radicular, caracteres agronômicos versus fisiológicos, componentes primários versus secundários de produção etc. No entanto, em mamoeiro não há relatos do seu emprego para verificar a relação entre as características primárias e secundárias relacionadas a qualidade do fruto, como também não há relato das causas e efeitos diretos e indiretos entre essas variáveis. A análise de correlação é a mais empregada na cultura de mamoeiro, entretanto, há divergências entre as estimativas destas correlações para um mesmo par de variáveis entre grupos de pesquisa (Silva et al., 2007; Oliveira et al., 2010; Reis et al., 2015; Luz et al., 2018a; Moreira et al., 2018a; Silva et al., 2018a), sendo necessária a sua verificação dentro dos distintos programas de melhoramento, já

que os genótipos, condições ambientais e delineamento estatístico podem ser totalmente diferentes, resultando na alteração destes coeficientes.

No desenvolvimento de variedades comerciais, a capacidade combinatória e a heterose têm sido utilizadas na seleção de parentais a serem empregados em futuros cruzamentos. A capacidade de uma linhagem transferir sua performance durante um cruzamento biparental é denominada de capacidade combinatória (Aslam et al., 2017), promovendo os dados para informação da ação aditiva e não aditiva de genes (Gopal, 1998). A capacidade específica de combinação é responsável pelas informações não aditivas, ou seja, é responsável por mensurar a performance de uma planta em um cruzamento específico em comparação com as outras combinações híbridas (Acquaah, 2012). Em mamoeiro, a capacidade específica de combinação foi capaz de selecionar genótipos promissores para serem lançadas como cultivares com características agrônômicas e de qualidade dos frutos aceitáveis pelo mercado consumidor (Barros et al., 2017a; Vettorazzi et al., 2021). Cardoso et al. (2017), verificaram combinações híbridas promissoras para o melhoramento genético do mamoeiro, onde algumas combinações apresentaram combinações negativas para a produção de frutos deformados, aumentando assim a produtividade.

O termo heterose foi citado por Shul (1908) como sendo o resultado de cruzamentos em que a progênie apresenta vigor híbrido superior aos pais para distintas características. Grande parte das áreas cultivadas mundialmente são compostas por híbridos F_1 e graças a importância econômica e ao apelo científico, muitas pesquisas foram iniciadas para compreender a base da heterose (Schnable e Springer, 2013), pois este fenômeno foi responsável pelo enorme avanço da produção mundial de alimento (Shapira e David, 2016). Em mamoeiro, a heterose tem sido explorada em cruzamentos entre grupos heteróticos ('Solo' e 'Formosa') e dentro do mesmo grupo, demonstrando que o mamoeiro apresenta heterose entre e dentro de grupos heteróticos (Cardoso et al., 2014), garantindo o aumento das chances do desenvolvimento de novas cultivares a serem disponibilizadas ao mercado consumidor. Segundo Qu et al. (2012), alguns genótipos quando cruzados com um mesmo testador (metodologia de *Topcross*) apresentam progênies exibindo heterose, o que pode ser favorável para identificação das melhores combinações híbridas, sendo esses dados valiosos para determinar a próxima fase do programa de melhoramento.

No melhoramento de plantas, a obtenção de progênies superiores é um processo laborioso, pois o ambiente exerce grande influência em características que possuem herança quantitativa e, frequentemente, uma pode estar correlacionada com outra de grande efeito, fazendo com que a seleção de uma característica aumente ou diminua os ganhos de seleção de uma terceira, devendo-se aplicar índices de seleção que forneça ganhos satisfatórios para a maioria das características de interesse (Cruz and Regazzi 1997; Cruz 2001). Os índices de seleção possuem modo de seleção distinto, sendo necessário verificar aquele que apresenta os melhores ganhos genéticos de acordo com os objetivos no processo de seleção. Alguns índices requerem conhecimento de efeitos fixos, variância e covariâncias (fenotípicas e genéticas) e um conjunto de valores "econômicos". Os valores "econômicos" podem refletir a situação do mercado, referências, resultados retrospectivos ou simplesmente valores fixos (Magnussen, 1991). Em mamoeiro, os índices de seleção são rotineiramente utilizados na seleção de genótipos que apresentam boas características agrônômicas, qualidade dos frutos e resistência a doenças, seja em linhagens, híbridos ou cultivares comerciais (Silva et al., 2008; Vivas et al., 2011; Ramos et al., 2014; Moreira et al., 2019).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a performance de 62 híbridos *topcrosses* de mamoeiro resultantes do cruzamento entre linhagens F₄ e o testador do grupo 'Solo' SS-72/12 para as características relacionadas a qualidade dos frutos e selecionar os mais promissores para o mercado nacional e internacional.

2.1 Objetivos específicos

- Verificar a correlação entre as características, bem como decompor seus efeitos em diretos e indiretos sobre uma variável principal;
- Analisar se existe correlação entre as variáveis primárias e secundárias e suas implicações na seleção de híbridos;
- Identificar as linhagens F₄ que apresentaram as melhores combinações híbridas com o testador SS-72/12 por meio da capacidade específica de combinação;
- Avaliar os efeitos heteróticos dos híbridos e sua superioridade em relação aos pais e às cultivares comerciais;
- Verificar o potencial agrônomo dos 62 híbridos para o melhoramento genético;

- Verificar se existe diferença entre os híbridos para as oito características de qualidade dos frutos e realizar a seleção de híbridos com base nos ganhos genéticos utilizando-se distintos índices de seleção.

3. CAPÍTULOS

3.1 ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A QUALIDADE DE FRUTO EM HÍBRIDOS *TOPCROSSES* DE MAMOEIRO (*Carica papaya L.*) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SELEÇÃO

3.1.1 INTRODUÇÃO

O mamão é uma das frutas tropicais mais consumidas em todo o mundo e vem ganhando cada vez mais destaque na produção mundial. De acordo com os últimos dados da FAOSTAT, em 2019 a produção mundial desta fruta alcançou 13.735.086 toneladas, onde a Ásia contribuiu com 56,6% e as Américas com 32,5 % da produção mundial, com destaque para a Índia, República Dominicana e o Brasil, caracterizando-se como os principais produtores mundiais da fruta (FAOSTAT 2019). Em parte, o sucesso da produção e a procura pela fruta está diretamente associado à sua riqueza nutricional. Os frutos são ricos em vitaminas A, B e C; fontes de ferro, cálcio, licopeno, carotenoides e papaína, substância amplamente utilizada na indústria alimentícia (Aravind et al., 2013; Vyas e Shah, 2016).

Para suprir a demanda da produção mundial de mamão, a ampliação das áreas de cultivo associado ao desenvolvimento contínuo de novas cultivares

adaptadas a diferentes regiões torna-se necessária (Luz et al., 2018b). Por consequência, o principal programa de melhoramento do mamoeiro no Brasil, UENF/Caliman, vem buscando formas de fornecer genótipos superiores que possuam alta produtividade, resistência a doenças e que tenham os padrões de qualidade exigidos pelo mercado consumidor (Pereira et al., 2019a). Para o desenvolvimento de cultivares que possuam frutos com qualidade aceitável, é indispensável que o melhorista possua o pleno conhecimento da associação entre as variáveis que se visa melhorar. Segundo Cruz et al (2012), o estudo da relação entre as variáveis é importante sobretudo quando uma delas apresenta dificuldades no processo de seleção, principalmente quando apresentam reduzido ganho genético decorrente da baixa herdabilidade ou possua problemas na mensuração e identificação.

A associação entre as variáveis relacionadas a qualidade dos frutos pode ser estudada por meio dos coeficientes de correlação, tornando possível conferir se um par de quaisquer variáveis aleatórias atuam de forma direta ou indiretamente proporcional de acordo com o grau da correlação. Em mamoeiro, os estudos envolvendo a análise da correlação são rotineiramente realizados em distintas populações: progênies de retrocruzamento (Silva et al., 2007), acessos de banco de germoplasma (Oliveira et al., 2010), progênies F_2 provindas da autofecundação de híbridos comerciais (Oliveira et al., 2012) e populações formadas por linhagens e híbridos pertencentes ao grupo 'Solo' e 'Formosa' (Reis et al., 2015; Luz et al., 2018a; Moreira et al., 2018a; Silva et al., 2018b). Estes trabalhos demonstraram divergências entre os coeficientes de correlação para um mesmo par de variáveis, apontando que duas variáveis fortemente associadas em uma população podem não apresentar relação em outra população. Desta forma, torna-se necessário verificar a correlação em quaisquer populações em melhoramento a fim de aumentar as chances de sucesso no processo de seleção.

O estudo da correlação entre as variáveis apresenta-se como uma ótima ferramenta em programas de melhoramento de plantas. Entretanto, de acordo com Del Conte et al. (2020), mesmo que duas variáveis apresentem forte correlação entre si, o efeito que uma proporciona sobre a outra pode ser insignificante ou mesmo negativo, tornando os coeficientes de correlação inviáveis em indicar variáveis para a seleção indireta, pois não levam em consideração as causas e efeitos desta associação. Para superar este problema, Wright (1921) desenvolveu

o método denominado análise de trilha. Este método permite a dissociação dos coeficientes de correlação em efeitos diretos e indiretos de um grupo de variáveis independentes sobre uma variável dependente principal. Em mamoeiro, os trabalhos relacionados a análise de trilha utilizaram como variável principal a produção dos frutos (Silva et al., 2016; Moreira et al., 2018a) e o número de frutos comerciais (Oliveira et al., 2010). Não há relatos da determinação das causas e efeitos de variáveis independentes sobre uma dependente de grande importância relacionada a qualidade dos frutos em mamoeiro. A carência de estudos focados na qualidade dos frutos torna-se um problema, visto que estas variáveis são determinantes no aceite de novas cultivares pelo mercado consumidor, pois mesmo que os genótipos apresentem alta produtividade, os frutos que não alcançarem padrão de qualidade igual ou superior às cultivares já existentes, não serão destinados ao comércio.

Apesar da análise de trilha ser de grande importância para a identificação dos efeitos diretos e indiretos sobre a variável principal, esta análise apresenta a desvantagem de limitar-se a apenas uma variável. Para contornar esta desvantagem, o emprego da correlação canônica torna-se necessário no estudo da interação entre as variáveis em um programa de melhoramento genético, pois esta análise permite avaliar as interrelações entre dois grupos de variáveis (Cruz et al., 2012). A análise de correlação canônica em mamoeiro foi reportada apenas por Mengarda et al. (2016) no estudo da interação entre as variáveis relacionadas a qualidade de sementes e as variáveis morfoagronômicas. Assim, decompor as variáveis de qualidade do fruto em dois grupos permitirá conferir quais variáveis são determinantes para o aumento daquelas de maior importância no melhoramento genético do mamoeiro, como as firmezas, teor de sólidos solúveis e a porcentagem de volume da polpa. Vale ressaltar que não há relatos da utilização desse tipo de análise em variáveis relacionados a qualidade de frutos em mamoeiro.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou realizar o estudo das associações entre as variáveis morfológicas e físico-químicas relacionadas a qualidade dos frutos de mamoeiro avaliadas em 62 híbridos *topcrosses*, a fim de identificar como a interação entre as variáveis podem afetar o processo de seleção e o potencial à comercialização dos frutos.

3.1.2 REVISÃO

3.1.2.1 Características gerais do mamoeiro

O mamoeiro (*C. papaya* L.) pertence à família *Caricaceae*, a qual possui 6 gêneros distribuídos em 35 espécie em regiões tropicais e subtropicais (Paterson et al., 2008). É uma planta herbácea e perene de curta duração, seus frutos são encontrados nas axilas das folhas que são dispostas em espiral ao longo do tronco ereto e único da planta, a qual vive em média de 5 a 10 anos. Vale ressaltar que em uma plantação comercial seu tempo é reduzido para 2-3 anos, devido principalmente à altura das plantas (Chan, 2009).

De acordo com Araújo et al. (2010), o mamoeiro é uma planta diploide e possui 9 pares cromossômicos ($2n=2x=18$) com 0,65 pg (picogramas) de conteúdo 2C de DNA e 63,49% de bases AT. Arumuganathan e Earle (1991) verificaram que a espécie possui um genoma relativamente pequeno com cerca de 372 Mpb. Conforme Ming et al. (2008) após a exclusão do DNA provindos de organelas, o genoma do mamoeiro apresentou cerca de 370 Mpb.

Além dos cromossomos autossômicos, o mamoeiro apresenta cromossomos com regiões controladoras do sexo, ditos cromossomos sexuais. Os indivíduos que apresentam a região XY são do sexo masculino, XY^h compreende indivíduos hermafroditas, XX são plantas femininas e a combinação YY, Y^hY^h, YY^h levam ao aborto do embrião de 25 a 50 dias após a polinização (Ming et al., 2007; VanBuren et al., 2015). Isso resulta em uma segregação 2:1 (hermafrodita: fêmea) de plantas hermafroditas autofecundadas e uma segregação 1:1 (masculino: feminina ou hermafrodita: feminina) de plantas femininas que sofreram fecundação cruzada (Ming et al., 2007).

As flores do mamoeiro são produzidas perto do ápice do tronco, na região de junção folha-caule e duram cerca de 3 a 4 dias (Jiménez et al., 2014). Damasceno Júnior et al. (2009) relataram que o mamoeiro hermafrodita é cleistogâmico e seu modo de reprodução preferencial é por meio da autofecundação facultativa. Conforme Ming et al. (2008), as flores masculinas do mamoeiro são caracterizadas por apresentarem inflorescências longas com muitas flores, apresentando-se “esbeltas” e não possuem pistilo; as plantas femininas possuem inflorescências curtas com poucas flores apresentando pistilos funcionais

e ausência de estames e as plantas hermafroditas possuem inflorescências curtas com flores bissexuais variando de um indivíduo a outro.

As flores masculinas não produzem frutos, e os frutos desenvolvidos a partir de flores femininas são menos carnosos e possuem um maior número de sementes em comparação aos frutos dos mamoeiros hermafroditas (Hsu et al., 2012). Além disso, as plantas de mamoeiro hermafroditas são preferidas por sua maior produtividade e maior volume da polpa, uma vez que todas as plantas produzirão frutos, enquanto o uso de plantas femininas para a produção de frutos envolve a perda de 6-10% do espaço de campo para o crescimento de plantas masculinas para polinizar as femininas (Ming et al., 2007).

Os frutos são climatérios, ou seja, o amadurecimento ocorre rapidamente após o fruto fisiologicamente maduro ser colhido da planta por meio do aumento da respiração e produção de etileno (Silva et al., 2009). O fruto é uma baga carnuda com variação de 0,2 a 10 kg, com diferentes formas de acordo com o sexo: forma esférica a ovoide (frutos de plantas femininas) e em plantas hermafroditas são de forma cilíndrica ou piriforme (Chan et al., 2009). Além da alta produtividade, o mamoeiro hermafrodita é aquele que melhor apresenta aspectos para o comércio devido ao seu formato piriforme (Oliveira et al., 2010).

3.1.2.2 Importância econômica da cultura

O cultivo de plantas frutíferas aumentou a diversificação da agricultura e a produção sofreu aumento devido a demanda alimentar e nutricional da população mundial em constante crescimento (Bhardwaj e Nandal, 2015). Das frutas produzidas, o mamão se destaca por ser rico em vários nutrientes como vitaminas A, B, C e E; minerais como magnésio e potássio; papaína, fonte de fibras entre outros. O consumo de mamão melhora o sistema cardiovascular, protege o sistema de doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, câncer de colón e reduz níveis elevados de colesterol no organismo (Aravind et al., 2013).

Os frutos do mamoeiro tornaram-se uma importante fonte de exportação agrícola, principalmente nos países em desenvolvimento, gerando receitas de exportação que proporcionam meios de subsistência para milhares de pessoas, principalmente na Ásia e América latina (Evans e Ballen, 2012). Como especificado por Dantas (2000), as variedades de mamoeiro do grupo 'Solo' e 'Formosa' são as

mais produzidas no Brasil e sua classificação é de acordo com o formato do fruto. Ainda, os mamões do grupo 'Formosa' são comercializados principalmente no mercado interno, enquanto os do grupo 'Solo' a comercialização é destinada ao mercado interno e à exportação (Dantas et al., 2000; Serrano e Cattaneo, 2010).

O grupo 'Solo' é formado basicamente por linhagens enquanto o grupo 'Formosa' compreende as cultivares híbridas comerciais (Dantas et al., 2011). Entretanto, o programa de melhoramento UENF/Caliman já registrou junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) híbridos pertencentes ao grupo 'Solo', que apresentam alta produtividade e qualidade dos frutos. O tamanho do fruto é uma das características principais do grupo 'Formosa', com frutos que ultrapassam os 1000 g e possuem o formato piriforme. Já os frutos do grupo 'Solo' são relativamente pequenos com peso médio entre 350 a 550 g (Costa e Pacova, 2003). As principais variedades cultivadas do grupo 'Solo' no Brasil são: 'Sunrise Solo', 'Golden', 'Gran Golden', 'Improved Sunrise Solo Line 72/12', 'Baixinho de Santa Amália', 'Aliança'; do grupo 'Formosa' se destaca principalmente o híbrido F₁ 'Tainung 01', 'Tainung 02' e 'Tainung 03' (Marin et al., 2018). Ainda, o híbrido 'UENF/CALIMAN 01', conhecido comercialmente como 'Calimosa' vem sendo amplamente cultivado desde 2003 nos estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Espírito Santo. Deve-se ressaltar também os híbridos 'UC-10', 'UC12', 'UC14' e 'UC16', lançados em 2014, consolidando-se como novas opções em termos de tamanho, rendimento e qualidade de frutos (Pereira et al., 2019a).

Além dos frutos 'Solo' e 'Formosa', o Brasil tem investido em frutos 'Intermediários' aos dois grupos heteróticos, com pesos variando entre 700 g a 1000 g. Pode-se destacar dessa iniciativa os híbridos 'UC14' e 'UC16', desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético do mamoeiro 'UENF/CALIMAN. Estes híbridos são considerados uma excelente alternativa ao produtor, pois possuem alta qualidade e produtividade, sendo agronomicamente superiores às cultivares 'Golden' e 'Tainung' (Luz et al., 2015; Pereira et al., 2019b), proporcionando uma nova alternativa de cultivo no Brasil.

De acordo com os dados da Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT), no ano de 2019, a produção mundial de mamão foi de 13.735.086 toneladas em uma área de 462.552 hectares colhidos. O Brasil configurou-se como o terceiro maior produtor de mamão, com um quantitativo de 1.161.808 toneladas, ficando atrás da Índia (6.050.000 toneladas) e República

Dominicana (1.171.336 toneladas). A Ásia foi responsável por 56,6% da produção mundial, seguida das Américas (32,5%), África (10,8%) e Oceania (0,1%).

No Brasil, segundo os dados do IBGE, no ano de 2019 foi produzido cerca de 1.161.808 toneladas de mamão, 8,7% a mais do que foi produzido em 2018, com participação no total do valor de produção de 105.966.700 reais, em uma área de 27.556 ha colhidos e um rendimento médio de 42.162 kg/há. Os maiores produtores brasileiros de mamão em 2019 foram os estados do Espírito Santo (403.278 t), Bahia (390.075 t) e Ceará (118.717 t), sendo os municípios de Pinheiros, (98.000 t) Pedro Canário (62.000 t) e Linhares (60.000 t), todos pertencentes ao Estado do Espírito Santo, os maiores produtores da fruta (IBGE, 2019).

3.1.2.3 Melhoramento genético do mamoeiro

No Brasil, a dependência externa por germoplasmas melhorados de mamoeiro era um fato. Contudo, a partir da criação de programas de melhoramento e parcerias entre empresas públicas e privadas, o melhoramento do mamoeiro tornou-se prioridade para reduzir esta dependência e introduzir novos genótipos no país (Costa et al., 2003).

De acordo com Dias et al. (2011), a produção de mamão é baseada no cultivo de um número reduzido de variedades, havendo pouca variabilidade genética do cultivo e conseqüentemente pode ocorrer maiores perdas de plantas por meio do ataque de doenças, pragas e variação ambiental. Moore (2014) salientou que os programas de melhoramento visam a identificação e utilização de populações com variabilidade genética adequada para proporcionar a recombinação de diferentes conjuntos de genes com o intuito de selecionar as progênes com as características de interesse. Neste sentido, os programas de melhoramento genético do mamoeiro têm como função disponibilizar novos híbridos e/ou linhagens agronomicamente superiores que atendam aos requisitos do mercado consumidor interno e externo, como também dos produtores (Barros et al., 2017a).

No Brasil, os programas de melhoramento do mamoeiro ganharam mais destaque quando houve a necessidade de se obter genótipos melhorados para o cultivo. Em vista disto, diferentes instituições nacionais de pesquisas vêm

realizando o melhoramento genético da cultura, contando com parcerias entre empresas públicas e privadas, reduzindo desta forma a dependência por genótipos melhorados fora do país (Costa et al., 2003). O melhoramento genético da cultura no Brasil foi impulsionado a partir de 1982 com pesquisas voltadas para o grupo 'Solo', visando desenvolver variedades que atendessem o mercado interno e externo. Desde então, algumas variedades comerciais foram lançadas, como 'Sunrise Solo 72/12', 'Baixinho de Santa Amália', 'Grampola', 'Golden', entre diversas outras (Ruggiero et al., 2011).

Os principais programas de melhoramento do mamoeiro em instituições públicas são realizados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), Embrapa Mandioca e Fruticultura e Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) / e Caliman Agrícola S.A. (Dantas et al., 2011). Segundo Gomes et al. (2016), em 2015, um total de 44 variedades de mamoeiro estavam registradas no Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo que 30 são de instituições privadas e 14 de instituições públicas. De acordo com dados atuais, estão disponíveis 59 cultivares registradas no MAPA, sendo que a UENF/Caliman possui o maior número de registros entre diversas empresas privadas e públicas, totalizando 21 registros de cultivares (MAPA, 2021).

A UENF estabeleceu em 1996, o programa de melhoramento genético do mamoeiro visando o desenvolvimento de genótipos superiores capazes de contribuir de certa forma com o agronegócio do mamão no Brasil. O programa se destacou nacionalmente graças à parceria com a iniciativa privada (empresa Caliman Agrícola S.A., maior produtora e exportadora de mamão do Brasil) e ao suporte financeiro por parte do CNPq, CAPES, FAPERJ e especialmente da FINEP. A FINEP foi o órgão governamental financiador dos projetos denominados de "FRUTIMAMÃO I" e "FRUTIMAMÃO II" (Pereira et al., 2015).

Estudos acerca do melhoramento genético do mamoeiro são realizados de forma a se obter os melhores genótipos e cruzamentos a fim de atender o mercado consumidor. Os híbridos lançados pelo programa UENF/Caliman possuem a capacidade de suprir a demanda do produtor por apresentarem frutos pequenos, médios e grandes, provendo ao produtor e ao mercado consumidor novas opções de frutos com tamanhos diversificados, qualidade, produtividade e resistência a doenças (Pereira et al., 2019a).

Conforme especificado por Pereira et al. (2019a), o melhoramento do mamoeiro no Brasil já envolveu diversos estudos e distintos métodos para obtenção de populações, podendo destacar análises citogenéticas, moleculares, genômica, estudos de resistência a doenças, e principalmente o melhoramento clássico por meio de cruzamentos intra e intergrupos e, a utilização de diferentes delineamentos estatísticos e genéticos.

3.1.2.4 Qualidade dos frutos em mamoeiro

O padrão da qualidade do fruto tem início no planejamento da lavoura, sendo essa qualidade construída durante as fases de produção. Para tanto, é necessário conhecer os elos que levam ao fruto uma boa qualidade, visando minimizar barreiras envolvidas na construção do padrão desejado (Balbino e Costa, 2003).

Em relação aos atributos físicos de qualidade, destacam-se o peso e tamanho dos frutos, características que variam de acordo com os grupos. Para o grupo 'Solo', os frutos pequenos são os mais visados, com peso variando de 300 a 650 gramas, enquanto para o grupo 'Formosa', os frutos requeridos são maiores com peso acima de 1000 g (Oliveira et al., 2012). Existe também, híbridos 'Intermediários' entre os dois grupos, que foram comprovadamente superiores a cultivares comerciais amplamente cultivadas em todo o Brasil, destacando-se as cultivares UC14 e UC16, com variação do peso entre 800 g a 900 g (Luz et al., 2015; Pereira et al., 2019b).

A cor da polpa e da casca também são vistas como uma característica de aceitação pelo mercado consumidor, cuja casca com epiderme lisa nas cores amarela ou amarelo-alaranjado brilhante e a polpa alaranjada escura são preferíveis em relação aos frutos com casca clara e esverdeada (Fioravanço et al., 1992; Fioravanço et al. 1994). Estudos têm demonstrado a importância destas características durante o amadurecimento do fruto. Basulto et al. (2009) desenvolveram índices de maturação para a cultivar 'Maradol', estabelecendo 6 estágios de maturação e o estágio de verde, demonstrando a mudança da coloração da casca e polpa, além de sugerir o estágio de colheita com base na cor da casca dos frutos para o transporte a longa distância e o estágio para os frutos que serão destinados ao comércio local.

A firmeza do fruto é um dos índices físicos mais importantes no amadurecimento e qualidade dos mesmos, representa uma das características mais estudadas pelos pesquisadores (Plocharski et al., 2000). No mamoeiro, uma das principais causas de perdas na pós-colheita se deve a incidência de podridões e ao rápido amolecimento do fruto, diminuindo assim a vida útil do produto, não sendo interessante para o mercado interno e externo (Trevisan et al., 2013). A firmeza do fruto é uma das características principais na escolha da cultivar, pois deve-se levar em consideração o tempo que o fruto resiste após a colheita e a qualidade do mesmo no local de comercialização (Gallon et al., 2009).

Como descrito por Morais et al. (2007), o amolecimento do fruto pode ser mais ou menos rápido, dependendo da consistência inicial e dos processos de conservação empregados. Este amolecimento está ligado ao aumento de enzimas que degradam a parede celular durante o amadurecimento, como a poligalacturonase e β -galactosidase (Krongyut et al., 2011). Souza et al. (2014a) indicaram uma forte evidência da participação do etileno na perda de firmeza dos frutos, como também demonstraram que a redução da firmeza foi mais evidenciada com o aumento da produção de etileno. A rápida redução da firmeza se torna prejudicial ao comércio, pois, os frutos tornam-se menos resistentes ao transporte, manuseio e armazenamento (Fagundes e Yamanishi, 2001).

Dentre os fatores químicos, o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável são características importantes na avaliação da qualidade do fruto, pois determinam a harmonia de sabor do mesmo (Kader, 1999; Voca et al., 2008). O elevado grau de sólidos solúveis no fruto é importante para o consumo natural da polpa e para a indústria, pois proporcionam maior sabor e rendimento no preparo de doces e geleias (Ramos et al., 2010). No entanto, com o aumento do teor de sólidos solúveis, ocorre a redução da firmeza do fruto devido a degradação da parede celular ocasionada pela ação de enzimas que atuam nos polissacarídeos que a constituem, degradando a parede celular para a disponibilização de fontes de carbono que serão utilizadas para a síntese de açúcares (Gomez et al., 2002; Fabi et al., 2014). Desta forma, uma das principais dificuldades nos programas de melhoramento genético de mamoeiro é o desenvolvimento de frutos com alto teor de sólidos solúveis aliado à firmeza do fruto elevada.

3.1.2.5 Correlação fenotípica e genotípica

A correlação se refere à associação entre um par de características quantitativas, as quais podem ser explicadas principalmente por meio dos efeitos pleiotrópicos ou decorrente da associação entre dois locos para as respectivas características (Van Rheenen et al., 2019). O termo 'correlação fenotípica' se refere a performance, ou seja, o valor fenotípico dos indivíduos para um par de características quantitativas. A denominação 'correlação genotípica' é uma medida correspondente ao genótipo dos indivíduos, mais precisamente, é um indicativo do seu valor genotípico (Hill, 2013). Quando as magnitudes das correlações genotípicas ultrapassam as magnitudes fenotípicas para um mesmo par, significa que os efeitos ambientais sobre as características não exerceram grande influência para sobrepor os efeitos genéticos (Dias et al., 2017; Santos et al., 2018). Esta superioridade genotípica em relação a fenotípica é relevante ao melhoramento de plantas, pois as associações genéticas são usadas como uma orientação, já que essas são caracterizadas como uma combinação herdável (Ferrão et al., 2008).

De acordo com Nogueira et al. (2012) existem três aspectos a serem considerados nas análises de correlação, destacando-se a magnitude dos coeficientes, a direção e a significância. Estimativas positivas estão relacionadas às associações em que uma característica aumenta em decorrência do aumento da outra, enquanto a associação com magnitudes negativas ocasiona a redução da performance de uma característica em consequência do aumento da performance de outra. Estes aspectos influenciam consideravelmente a seleção de genótipos, pois de acordo com a direção, uma das características pode apresentar ganhos de seleção reduzidos decorrente do aumento dos ganhos de outra característica correlacionada negativamente com esta primeira.

As magnitudes das correlações podem ser influenciadas pelos genótipos utilizados e ao ambiente em que o experimento foi instalado, podendo afetar desta forma as magnitudes, direção e significância das correlações (Mubai et al., 2020). Em trabalhos com mamoeiro, foi observado distorções das magnitudes e direção entre os mesmos pares de características (Reis et al., 2015; Luz et al., 2018a; Moreira et al., 2018a; Silva et al., 2018a), constatando-se que para cada população em determinado ambiente, delineamento experimental e/ou genético, ocorrerá mudanças nas associações entre as características, principalmente as

pertencentes a grupos distintos, como a correlação entre características morfológicas e físico-químicas, sendo necessária a verificação dos coeficientes de correlação para auxiliar o melhorista no processo de seleção de genótipos.

A correlação pode ser utilizada na seleção indireta, utilizando-se outra característica que esteja fortemente correlacionada com a característica principal (Boxriker et al., 2018). A seleção indireta é empregada quando uma característica sofre grande influência ambiental, possua baixa herdabilidade, a característica é de natureza poligênica ou sofre a ação de genes não aditivos, dificultando assim a seleção no melhoramento de plantas (Fellahi et al., 2018). Conforme Rigon et al. (2014), o melhorista deve ter o pleno conhecimento da correlação entre as características, uma vez que a seleção de uma característica irá influenciar a resposta de outra, de forma positiva ou negativa. Assim, verificar a correlação de uma característica que possua dificuldades na seleção com outra que não possua limitações durante a seleção torna-se de grande importância, o que poderá garantir o sucesso da seleção.

3.1.2.6 Análise de trilha

A análise de trilha foi proposta por Wright (1921), permitindo que, a partir dos coeficientes de correlação, obtivesse os denominados efeitos diretos e indiretos de variáveis secundárias sobre uma variável de maior importância, corroborando com a confiabilidade dos coeficientes de correlação. Para Cruz et al. (2012) a correlação é uma análise intrínseca a duas variáveis, sendo que a decomposição de sua magnitude depende do conjunto de variáveis estudadas.

As relações entre as variáveis podem ser observadas por meio de diagramas denominados diagramas de trilha. Estes diagramas representam a ilustração onde as variáveis são identificadas e setas ligam uma variável a outra, indicando teoricamente a relação causal entre ambas (Stage et al., 2004). Este diagrama é uma forma para facilitar o entendimento da natureza da causa e efeito sobre a variável principal (Dewey e Lu, 1959).

Os efeitos indiretos são partes dos efeitos totais que agem por meio de outras variáveis denominadas como intervenientes entre a causa e o efeito de interesse em um modelo. O efeito direto é tudo aquilo que não é transmitido via variáveis intervenientes (Alwin e Hauser, 1975). Esses efeitos podem não ser

confiáveis quando as matrizes apresentam elevada multicolinearidade, resultando na inflação dos coeficientes de trilha (Araújo et al., 2012; Teodoro et al., 2016), tornando-se obrigatório realizar o teste de multicolinearidade antes de realizar a análise de trilha.

A análise de trilha possui algumas vantagens, podendo ser de grande auxílio nos programas de melhoramento de plantas. De acordo com Lleras (2005), esta análise força o pesquisador ter o conhecimento de como as variáveis relacionam-se entre si, como resultado, tem-se o desenvolvimento de teorias sobre processos que influenciam um resultado em particular. Além disso, a análise de trilha permite que o pesquisador decomponha os fatores que afetam um determinado resultado em efeitos diretos e indiretos, proporcionando um maior entendimento dos resultados. De acordo com Rocha et al., (2017), a análise de trilha também é vantajosa para os melhoristas na seleção indireta de variáveis por meio da confirmação da magnitude da correlação entre duas variáveis, evitando desta forma, equívocos na seleção.

3.1.2.7 Correlação canônica

A análise de correlação canônica foi proposta por Hotelling (1935) com o intuito de estudar a relação entre dois grupos de variáveis. A correlação canônica é uma técnica que maximiza a correlação entre um conjunto de variáveis utilizando-se pares de vetores para este fim (Hardoon e Shawe-Taylor, 2011). Esta análise gera pares de combinações lineares de variáveis de cada um dos dois grupos de variáveis geradas. Cada par de variável tem por finalidade a maximização da correlação entre as duas variáveis que não tenham correlação com os pares já extraídos (Pyo et al., 1988; Lee et al., 2007).

Após a extração do primeiro par de variáveis canônicas, um segundo par pode ser determinado. Este par geralmente possui uma alta correlação, contudo há a restrição destas variáveis não estarem correlacionadas com o outro grupo de variáveis, exceto com suas contrapartes no outro grupo de variáveis e assim por diante (Van Den Wollenberg, 1977). Os vetores de correlação canônica são identificados por meio de uma análise conjunta de duas variáveis (Hardle e Simar, 2015).

Na correlação canônica, o objetivo é aumentar a correlação entre os dois grupos de variáveis, como exemplo, têm-se os grupos de dados A_x e A_y com dimensões $m \times n$ e $m \times p$, respectivamente. O número máximo de correlações será igual ao número mínimo de colunas n e p . As direções das correlações ótimas para os conjuntos de dados A_x e A_y serão fornecidas pelos vetores x e y , respectivamente. Após, os dados são projetados sobre esses vetores de direção, obtemos dessa forma, dois novos vetores z_x e z_y , definidos como $z_x = A_x x$; $z_y = A_y y$. As variáveis z_y e z_x são denominadas de variáveis canônicas e a correlação entre as z_y e z_x é então dada pela equação: $\rho = Z'_y * Z_x / (Z'_y * Z_y)^{0,5} (Z'_x * Z_x)^{0,5}$ (Weenink, 2003; Lee e Choi, 2007).

De acordo com Thompson (2005), existem duas razões que explicam o motivo de pesquisadores utilizarem a análise de correlação canônica e não análises univariadas. O primeiro evita a inflação das taxas do erro Tipo I, que é aumentado quando múltiplas análises univariadas são efetuadas. No segundo, a correlação canônica honra a realidade ecológica das características, pois na natureza todas as variáveis podem interagir entre si, ou seja, as análises multivariadas podem produzir resultados não significativos, enquanto a correlação canônica pode produzir resultados significativos.

No melhoramento de plantas, a análise canônica vem sendo empregada para verificar a correlação entre grupos de variáveis, sejam elas fisiológicas, morfoagronômicas, químicas ou que possua outra origem. Vários trabalhos relatam a eficiência desta técnica em verificar se dois grupos de variáveis atuam de forma independente ou não, dando suportes aos programas de melhoramentos de diversas culturas (Tavares et al., 1999; Souza et al., 2015; Pereira et al., 2017; Rocha et al., 2017; Daher et al., 2018).

3.1.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.3.1 Genótipos e delineamento estatístico

As linhagens envolvidas nesse *topcross* foram desenvolvidas a partir do cruzamento biparental entre os genótipos UC-Sekati e UC-JS12 (doador de pólen)

pertencentes ao grupo ‘Formosa’ (Figura 1). Uma planta F₁ obtida deste cruzamento foi autofecundada para dar origem a população F₂, a qual continha cerca de 200 genótipos hermafroditas. A partir da geração F₂, os genótipos foram conduzidos até a geração F₅ pelo método de melhoramento SSD (*Single Seed Descent*). Para a obtenção dos híbridos, 97 linhagens da geração F₄ foram utilizadas como genitoras doadoras de pólen e cruzadas com a linhagem testadora SS-72/12 do grupo ‘Solo’, gerando os 62 híbridos.

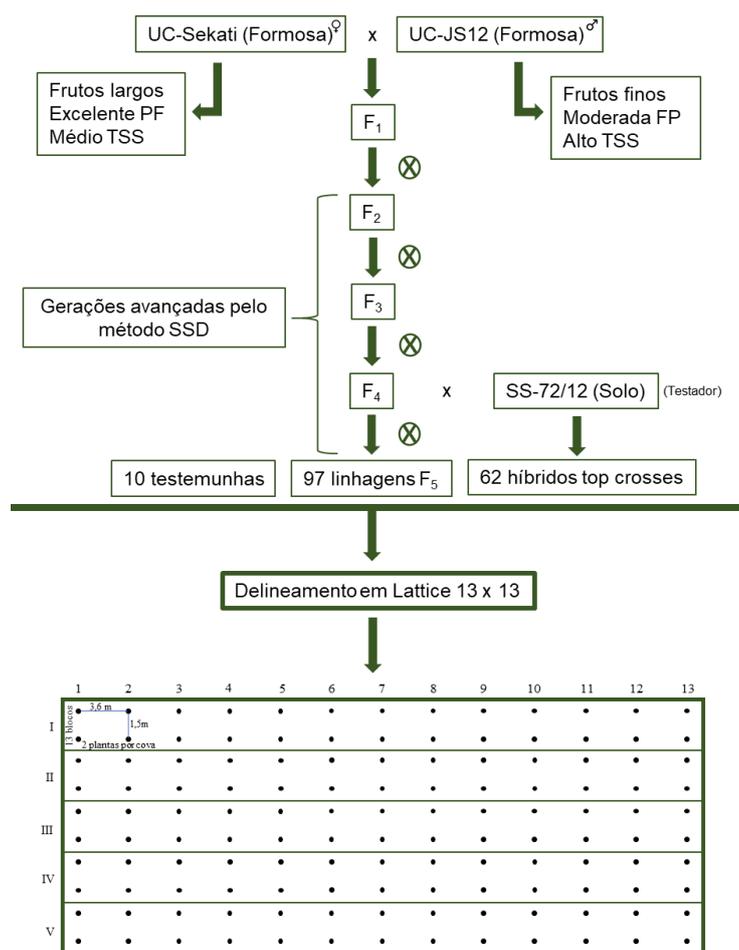


Figura 1 - Fluxograma do avanço de gerações a partir do cruzamento biparental inicial para obter as linhagens e híbridos. FP: firmeza da polpa (Newtons), TSS: teor de sólidos solúveis (°Brix) e SSD: single seed descent.

O experimento foi conduzido na área experimental da Empresa Caliman Agrícola S.A, localizada no município de Linhares-ES nas coordenadas geográficas entre os paralelos 19° 06' – 19° 18' de latitude sul e entre os meridianos 39° 45' – 40° 19' de longitude oeste. As condições climáticas no município de Linhares -ES,

referentes aos dias com precipitação, precipitação (mm), temperatura (°C) e umidade durante o experimento encontram-se na Figura 2.

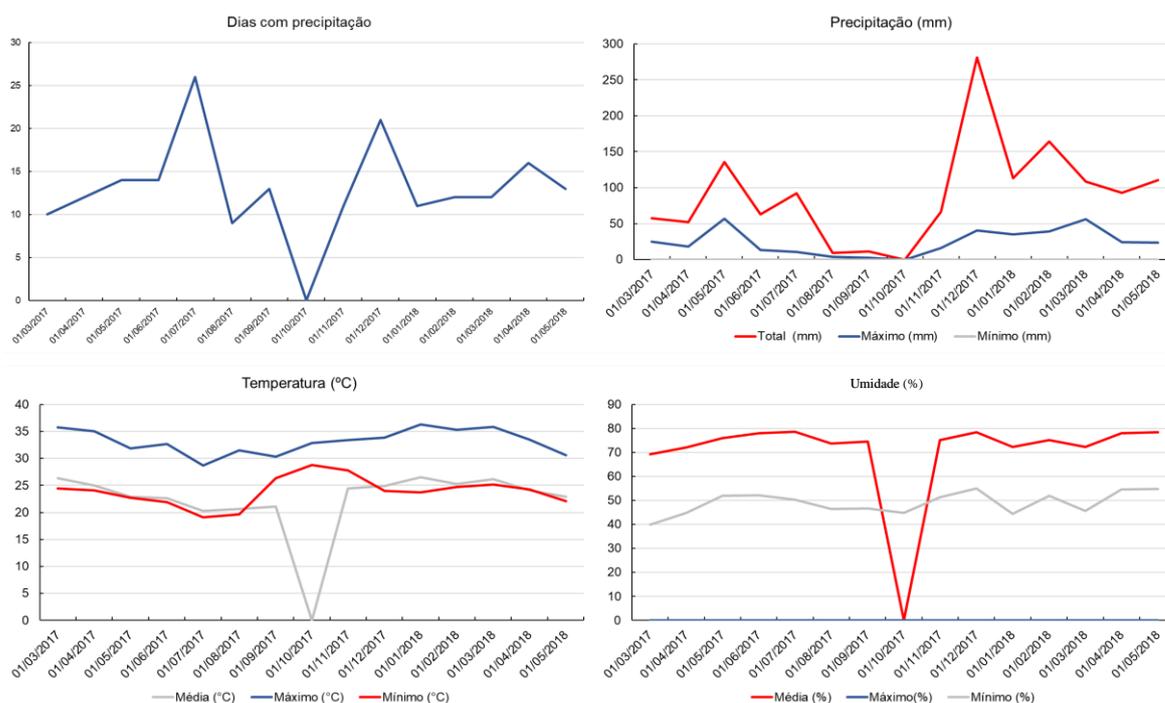


Figura 2 - Variáveis climáticas durante o experimento no município de Linhares – ES. Fonte: adaptado do INMET (2018). Média zero: nenhuma informação sobre esta variável climática.

O delineamento estatístico utilizado foi o látice 13 x 13, composto por 97 linhagens F_5 provindas da autofecundação das linhagens F_4 parentais, 62 híbridos *topcrosses* e 10 testemunhas (UC-Sekati, ‘UC-10’, UC-JS12, Maradol, ‘UENF/CALIMAN 01’, ‘Tainung’, SS-72/12, ‘Golden’, ‘Aliança’ e Waimanalo), totalizando 169 genótipos. Os genótipos foram semeados em badejas plásticas de polipropileno com capacidade para 96 tubetes de 55 cm³ na casa de vegetação. O substrato utilizado foi o Tropstrato HT Hortaliças e o fertilizante utilizado foi o de liberação lenta Basacote® mini 3M, formula NPK 13-06-16 (+1,4). Após 30 dias da emergência, as plântulas foram transplantadas para a área experimental. O delineamento consistiu em cinco repetições com duas plantas por parcela, espaçadas em 3,6 m entre linhas e 1,5 m entre plantas na linha. Neste trabalho, apenas os 62 híbridos do delineamento foram analisados.

Devido à taxa de segregação de plantas hermafroditas e femininas na proporção 2:1 para linhagens, foram utilizadas três mudas por cova para ter a probabilidade de 96.29% de se obter pelo menos uma planta hermafrodita. Como os híbridos segregam 1:1, foram utilizadas quatro mudas por cova para ter 93.8% de probabilidade de se obter pelo menos uma planta hermafrodita. A sexagem foi realizada após três meses após o plantio, com o aparecimento das primeiras flores, deixando apenas uma planta hermafrodita por cova para a condução do experimento.

Durante todas as etapas do experimento, a aplicação de fertilizantes (Figura 1) e produtos fitossanitários (Tabela 1) seguiram os processos adotados nos plantios comerciais da Empresa Caliman Agrícola S.A.

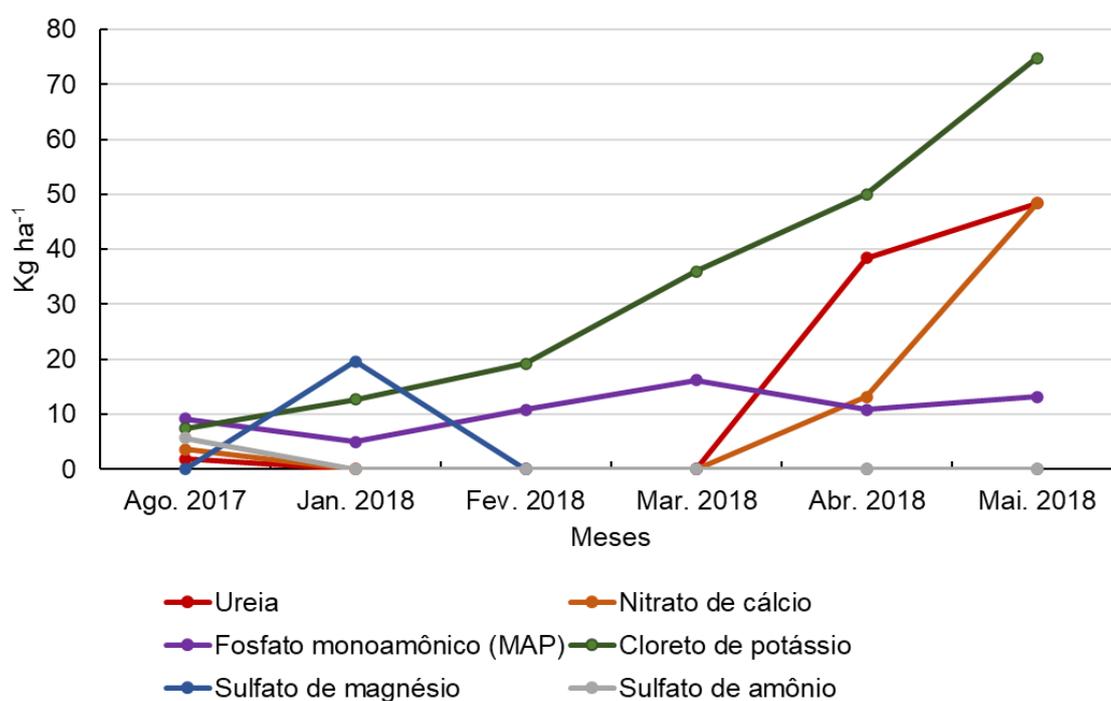


Figura 3 - Fertilizantes aplicados (kg ha⁻¹) durante as etapas de frutificação.

Tabela 1 - Produtos fitossanitários utilizados durante o experimento (março de 2017 – maio de 2018).

Princípio ativo	Tipo	Aplicação
Fifentrina	Inseticida/Acaricida	Mensal
Abamectina	Inseticida/Acaricida	Mensal
Piraclostrobina	Fungicida	Mensal
Clorotalonil	Fungicida	Mensal
Difenoconazol	Fungicida	Mensal
Glifosato	Herbicida	A cada dois meses

3.1.3.2 Variáveis mensuradas

As seguintes variáveis relacionadas a qualidade dos frutos foram mensuradas em cinco frutos por planta: peso do fruto (PF), expresso em gramas; comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura da polpa (EP), onde essas três variáveis apresentam valores expressos em centímetros; firmeza do fruto (FF) e firmeza da polpa (FP), ambas expressas em Newtons; teor de sólidos solúveis (TSS), expresso em °Brix e a porcentagem de volume da polpa (%VP). As avaliações foram realizadas em três épocas: aos 210 (outubro de 2017), 300 (janeiro 2018) e 390 (maio de 2018) dias após o plantio.

A fenotipagem das variáveis CF, DF e EP foi realizada por meio da análise e processamento de imagens digitais conforme descrito por Santa-Catarina et al. (2018). A variável EP foi mensurada por meio das ferramentas *Straight* e *Wand* do *software* ImageJ v1.50c, enquanto as variáveis CF e DF foram mensuradas com os parâmetros *major* e *minor* fornecidos pelo *software*.

Para obtenção do PF, foi utilizada uma balança analítica digital Toledo modelo 9094. As variáveis FF e FP foram mensuradas com base na resistência a penetração. Para FF foram realizadas três perfurações em pontos equidistantes na região equatorial. Para a FP, os frutos foram cortados transversalmente em duas faces iguais e foram realizadas três perfurações equidistantes na polpa. Para as firmezas foi utilizado um Penetrômetro Digital de Bancada (*Fruit Pressure Tester*, Italy, Modelo 53205) com adaptador de 3,0 x 0,5 cm (altura x diâmetro). Para mensurar o TSS, foi utilizado um refratômetro portátil Atago N1. Para isso, o suco

foi retirado a partir da pressão manual de uma amostra da polpa na região mediana do fruto.

Para obtenção da %VP foi necessário o cálculo do volume da cavidade ovariana (VCO), volume do fruto (VF) e volume de polpa (VP). O VCO e VF foram calculados utilizando as mensurações dos comprimentos, diâmetros do fruto e da cavidade ovariana seguindo a fórmula $V_e = \pi(L \times D^2/6)$, em que V_e é o volume estimado, L é o comprimento e D o diâmetro, conforme descrito por Santa-Catarina et al. (2018) adaptado de Koc (2007). O VP foi estimado pela diferença entre VF e VCO. O %VP foi obtido pela expressão $(VP \times 100)/VF$. Os dados do comprimento e diâmetro da cavidade ovariana, volume da cavidade ovariana, volume do fruto e da polpa não foram utilizados nas subseqüentes análises, pois estas cinco variáveis foram utilizadas apenas para o cálculo da %VP.

3.1.3.3 Correlação entre as variáveis

Os coeficientes da correlação fenotípica e genotípica foram estimados com as seguintes equações:

$$\text{Correlação fenotípica } (r_F): \frac{\text{PMG } XY}{\sqrt{(\text{QMG } X \cdot \text{QMG } Y)}}$$

$$\text{Correlação genotípica } (r_G): (r_G): \frac{\frac{\text{PMG } XY - \text{PMR } XY}{r}}{\sqrt{\frac{(\text{QMG } X - \text{QMR } X)}{r} \cdot \frac{(\text{QMG } Y - \text{QMR } Y)}{r}}}$$

Onde:

PMG XY: produtório médio entre os genótipos para X e Y;

PMR XY: produtório médio residual entre X e Y;

QMG X e QMG Y: quadrado médio entre os genótipos de X e de Y, respectivamente;

QMR X e QMR Y: quadrado médio residual de X e de Y, respectivamente;

r: repetição

A significância das correlações foi testada por meio do teste *t* de Student ($p < 0,05$ e $p < 0,01$).

3.1.3.4 Análise de trilha

Antes da realização da análise de trilha, inicialmente foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade a partir da matriz $X'X$ com base no número de

condição (NC), seguindo os pressupostos de Montgomery et al. (2012): quando o $NC < 100$ a multicolinearidade foi considerada fraca; $100 < NC < 1.000$: moderada a severa e $NC \geq 1.000$: severa.

Após verificado o efeito da multicolinearidade, a matriz de correlação fenotípica foi utilizada para a obtenção dos coeficientes de trilha, conforme Dias et al. (2017). Utilizou-se a porcentagem do volume da polpa como variável principal. O método utilizado para determinar os efeitos diretos e indiretos foi o de Dewey Lu (1959) e desenvolvido por Wright (1921), seguindo a equação: $Y = p_{1x1}X_1 + p_{2x2}X_2 + p_{3x3}X_3 + \dots + p_{\varepsilon}u$; onde Y é a variável dependente principal; p_{1x1} , p_{1x2} , ..., p_{nxn} são os coeficientes da análise de trilha; X_1, X_2, \dots, X_n são as variáveis independentes explicativas e $p_{\varepsilon}u$ é o coeficiente da variável residual da análise de trilha. O coeficiente de determinação foi estimado pela equação: $R^2 = p_{1y}^2 + p_{2y}^2 + \dots + p_{ny}^2$, onde r é o coeficiente de correlação fenotípica das variáveis independentes explicativas.

3.1.3.5 Correlação canônica

Após analisado os efeitos diretos e indiretos, a correlação canônica foi conduzida para verificar a existência de correlação entre o grupo de variáveis principais (FF, TSS e %VP) denominado como Grupo I, com o grupo formado pelas variáveis secundárias (PF, FP, EP, CF e DF) nomeado como Grupo II. Assim, conforme demonstrado por Cruz et al. (2014), as seguintes equações foram utilizadas para os conjuntos de variáveis:

$$X_1 = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$$

e

$$Y_1 = b_1Y_1 + b_2Y_2 + \dots + b_nY_n$$

Onde:

a' [a_1, a_2, \dots, a_n] é o vetor $1 \times p$ de pesos das variáveis do grupo I;

b' [b_1, b_2, \dots, b_n] é o vetor $1 \times q$ de pesos das variáveis do grupo II;

As variáveis canônicas X_1 e Y_1 constituem o primeiro par canônico associado à primeira correlação canônica, expressa por:

$$r_1 = \frac{Cov(X_1, Y_1)}{\sqrt{\hat{V}(X_1) \cdot \hat{V}(Y_1)}}$$

A significância dos coeficientes das correlações canônicas foi testada por meio do teste Chi-quadrado a 5% de probabilidade. A multicolinearidade, análise

de trilha e correlações canônicas foram estimadas com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2013).

3.1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1.4.1 Associação entre as variáveis

Dentre as 28 correlações analisadas, 20 apresentaram magnitudes genóticas superiores as fenóticas, principalmente quando apresentavam valores negativos (Tabela 2). Estes resultados são desejáveis ao propósito da seleção, pois os efeitos ambientais não superaram os efeitos genéticos (Sunil Gowda et al., 2017; Dvorjak et al., 2019).

A porcentagem do volume da polpa apresentou correlação genótica (0,455) e fenótica (0,438) positiva e significativa ($p < 0.05$ e $p < 0.01$) apenas com a espessura da polpa e negativa com o peso do fruto em ambas as correlações (r_G : -0,374 e r_F : -0,300); este por sua vez apresentou correlação positiva com a espessura da polpa (r_G : 0,548 e r_F : 0,568). Estes resultados sugerem que frutos com pesos elevados tendem a apresentar reduzida porcentagem do volume da polpa e conseqüentemente, esses frutos apresentarão maior volume ocupado pela cavidade ovariana, mesmo apresentando elevada espessura de polpa. Assim, oferecendo suporte a estes resultados, Reis et al. (2015) verificaram que o diâmetro da cavidade ovariana está positivamente correlacionado com peso, comprimento e diâmetro do fruto, contudo não houve correlação significativa com a espessura da polpa. Moreira et al. (2018a) relataram a existência de correlação positiva e significativa entre a espessura da polpa e o peso do fruto para genótipos do grupo 'Solo' e 'Formosa', reforçando os resultados do presente estudo.

Tabela 2 - Correlação genotípica (r_G) e fenotípica (r_F) entre oito variáveis relacionadas a qualidade de frutos avaliadas em 62 híbridos *topcrosses*.

	Correlação	FF	FP	TSS	EP	CF	DF	%VP
PF	r_G	-0,175 ^{ns}	-0,217 ^{ns}	-0,456 ^{**}	0,548 ^{**}	0,794 ^{**}	0,745 ^{**}	-0,374 ^{**}
	r_F	-0,029 ^{ns}	-0,163 ^{ns}	-0,301 [*]	0,568 ^{**}	0,738 ^{**}	0,749 ^{**}	-0,300 [*]
FF	r_G		0,966 ^{**}	0,259 [*]	-0,595 ^{**}	-0,073 ^{ns}	-0,390 ^{**}	-0,242 ^{ns}
	r_F		0,567 ^{**}	-0,010 ^{ns}	-0,274 [*]	-0,021 ^{ns}	-0,137 ^{ns}	-0,113 ^{ns}
FP	r_G			-0,007 ^{ns}	-0,278 [*]	0,030 ^{ns}	-0,245 ^{ns}	0,212 ^{ns}
	r_F			-0,063 ^{ns}	-0,255 [*]	-0,060 ^{ns}	-0,218 ^{ns}	0,079 ^{ns}
TSS	r_G				-0,279 [*]	-0,441 ^{**}	-0,516 ^{**}	0,198 ^{ns}
	r_F				-0,232 ^{ns}	-0,309 [*]	-0,395 ^{**}	0,040 ^{ns}
EP	r_G					0,474 ^{**}	0,642 ^{**}	0,455 ^{**}
	r_F					0,502 ^{**}	0,680 ^{**}	0,438 ^{**}
CF	r_G						0,292 [*]	-0,043 ^{ns}
	r_F						0,344 ^{**}	0,059 ^{ns}
DF	r_G							-0,230 ^{ns}
	r_F							-0,130 ^{ns}

*, **: significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente pelo teste *t* de Student. ns: não significativo. Peso do fruto (PF_(g)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS_(°Brix)), espessura da polpa (EP_(cm)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), e porcentagem de volume da polpa (%VP).

A firmeza de fruto apresentou correlação genotípica positiva e significativa ($p < 0,05$) com teor de sólidos solúveis (0,259). Por outro lado, a correlação fenotípica entre elas foi negativa e não significativa (-0,010), apontando que o efeito genético foi superior nesta associação. Este tipo de correlação entre ambas as variáveis não é comum, pois geralmente é observado uma interação negativamente proporcional (Oliveira et al., 2010a; Souza et al., 2014b). Luz et al. (2018a) relataram que a firmeza da polpa apresentou alta correlação negativa (-0,65) com os sólidos solúveis. Esta correlação negativa está associada principalmente ao amadurecimento do fruto, pois é visto que conforme o decréscimo das firmezas há um aumento linear no teor de sólidos solúveis (Basulto et al., 2009), decorrente da síntese de açúcares a partir da galactose e outras fontes de carbono disponibilizadas após a degradação da parede celular durante o amadurecimento do fruto (Gomez et al., 2002).

Um dos principais fatores que podem ter colaborado para a existência da correlação positiva entre a firmeza do fruto e o teor de sólidos solúveis (além do delineamento e do ambiente) foi a população utilizada. A ausência de seleção no método SSD até a geração F_4 pode ter contribuído para o aumento da variação entre as linhagens para estas duas variáveis e, conseqüentemente, aumentou as chances de ocorrerem distintas complementariedades alélicas entre as linhagens F_4 e o testador SS-72/12. Logo, esta correlação positiva e significativa possibilitará selecionar híbridos com sólidos solúveis e firmezas elevadas com maior confiabilidade já que o ambiente não exerceu grande efeito nesta interação.

3.1.4.2 Efeitos diretos e indiretos sobre a porcentagem do volume da polpa

Antecedente a realização da análise de trilha, torna-se extremamente necessário verificar os efeitos da multicolinearidade. A multicolinearidade refere-se à relação entre duas ou mais variáveis e, muitas vezes é confundida com a correlação, mas ambas possuem particularidades distintas. A correlação é a relação entre somente duas variáveis enquanto a multicolinearidade é a relação entre duas variáveis e deverá possuir uma combinação linear com uma terceira ou mais variáveis (Alin, 2010; Katrutsa e Strijov, 2017). Se houver um considerável efeito da multicolinearidade sobre as variáveis, as estimativas dos coeficientes de

Com relação a análise de trilha, o peso do fruto foi a única variável a apresentar um alto efeito direto negativo (-1,038) sobre a variável dependente (volume de polpa), o qual exibiu correlação fenotípica (-0,300) e genotípica (-0,374) negativas e significativas com a porcentagem do volume da polpa (Figura 1). Ademais, o peso do fruto apresentou considerável efeito indireto via espessura da polpa (0,524) e comprimento do fruto (0,302), de acordo com a Tabela 3. Não obstante destes resultados, o alto efeito direto do peso do fruto sobre a variável dependente foi o responsável pela correlação negativa entre ambas, indicando que a seleção indireta baseada no peso do fruto não seria favorável para a obtenção de ganhos positivos na porcentagem do volume da polpa. As variáveis relacionadas a morfologia do fruto (EP, CF e DF) apresentaram efeitos indiretos e negativos na porcentagem do volume de polpa via peso do fruto, corroborando com os resultados mencionados anteriormente. Estes resultados demonstram que o peso do fruto de forma direta e indireta foi a principal variável que contribuiu para a redução da porcentagem do volume da polpa entre os 62 híbridos avaliados.

O efeito direto da variável espessura da polpa (0,923) e comprimento do fruto (0,410) sobre a porcentagem do volume da polpa, demonstraram magnitudes relativamente altas em relação às demais, onde os coeficientes de correlação entre ambas com a porcentagem do volume da polpa alcançaram valores de 0,438 e 0,059, respectivamente. Verifica-se que a espessura da polpa é a principal variável responsável pelo aumento da porcentagem do volume da polpa de forma direta, fornecendo indícios à seleção indireta da porcentagem do volume da polpa baseando-se nesta variável. De acordo com Silva et al. (2017) quando duas variáveis apresentam correlação significativa e efeito direto no mesmo sentido sobre a variável dependente, pode-se utilizar a seleção indireta, pois há confiabilidade na correlação, já que a variável independente está fortemente associada a variável dependente. Apesar do comprimento do fruto apresentar considerável efeito direto sobre a variável principal, seus efeitos indiretos, principalmente via peso do fruto (-0,767) foram altos, corroborando para a fraca correlação com a porcentagem do volume da polpa, não sendo recomendada para a seleção indireta.

Tabela 3 - Análise de trilhas demonstrando os efeitos diretos e indiretos do peso do fruto (PF_(g)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS^{°Brix}), espessura da polpa (EP_(cm)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)) sobre a variável porcentagem de volume da polpa (%VP) em 62 híbridos topcrosses.

Variáveis	Efeito indireto via:							Total (ED+EI)
	PF	FF	FP	TSS	EP	CF	DF	
PF	-	0,001	-0,023	-0,015	0,524	0,302	-0,049	-0,298
FF	0,030	-	0,081	-0,001	-0,253	-0,008	0,009	-0,113
FP	0,169	0,016	-	-0,003	-0,236	-0,025	0,014	0,077
TSS	0,312	-0,001	-0,009	-	-0,214	-0,126	0,026	0,040
EP	-0,589	-0,008	-0,036	-0,012	-	0,206	-0,044	0,440
CF	-0,767	-0,001	-0,008	-0,016	0,463	-	-0,022	0,050
DF	-0,778	-0,004	-0,031	-0,020	0,627	0,141	-	-0,13
R ²	0,7581							

R²: coeficiente de determinação. ED e EI: efeito direto e efeito indireto, respectivamente.

Todas as variáveis contribuíram com reduzidos efeitos indiretos ou negativos para o volume de polpa via firmeza de fruto, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis e diâmetro do fruto, o que pode ter colaborado para a ausência de correlação significativa destas variáveis com a porcentagem do volume da polpa, associado aos baixos efeitos diretos sobre a variável principal. Diante destes resultados, a utilização destas variáveis (FF, FP, TSS e DF) para a seleção indireta não será favorável para alcançar ganho genético satisfatório sobre a porcentagem do volume da polpa. Por outro lado, as variáveis físico-químicas (FF, FP e TSS) possuem tanta importância quanto a porcentagem do volume da polpa, necessitando-se assim, buscar meios para que a seleção também maximize os ganhos genéticos destas variáveis, caso contrário, a seleção se tornará ineficiente e os frutos selecionados inviáveis à comercialização.

De acordo com o coeficiente de determinação (R^2), 75,81% da variação ocorrida na variável principal pode ser explicada pelos efeitos das variáveis explicativas secundárias. Segundo Teodoro et al. (2016), mesmo que o efeito residual tenha alcançado magnitude relativamente baixa, os efeitos indiretos podem ter agido sobre a porcentagem do volume da polpa, como foi observado anteriormente. Para Araújo et al. (2012), a seleção indireta com base em variáveis que apresentaram efeito indireto negativo ou próximo a zero não é uma estratégia adequada ao melhoramento de plantas. No presente trabalho, todas as variáveis secundárias apresentaram efeitos indiretos sobre a porcentagem do volume da polpa, contudo a espessura da polpa foi a única que apresentou um total positivo e relativamente alto (Tabela 3), sendo a única indicada para a seleção indireta. Assim, ao realizar a seleção deve-se levar em consideração os efeitos indiretos das variáveis secundárias sobre a variável principal, o que auxiliará o programa de melhoramento a alcançar maiores ganhos genéticos.

3.1.4.3 Interação entre as variáveis principais e secundárias

A partir da formação de dois grupos na análise de correlações canônicas (Tabela 4), observa-se que apenas a correlação do terceiro par canônico (0,508) não foi significativa a 5% pelo teste de chi-quadrado. Assim, a interação entre os dois grupos para este par é de forma independente, enquanto a associação intergrupos no 1º e 2º par canônico atua dependentemente, pois apresentaram

correlação significativa ($p < 0.05$) com magnitudes de 0,873 e 0,597, respectivamente.

Tabela 4 - Coeficientes e correlação canônica entre as variáveis principais (Grupo I) e secundárias (Grupo II) de 62 híbridos *topcrosses*.

	Variáveis	Pares canônicos		
		1º	2º	3º
Grupo I	FF	-0,112	0,922	0,386
	TSS	-0,052	-0,386	0,922
	%VP	0,982	0,201	0,098
Grupo II	PF	-1,192	-0,379	1,120
	FP	0,109	0,954	0,223
	EP	1,060	-0,238	0,509
	CF	0,466	0,476	-1,069
	DF	-0,069	0,489	-1,583
Correlação canônica		0,873*	0,597*	0,528 ^{ns}
Graus de liberdade		15	8	3
Chi-quadrado		49,617	17,287	7,347

*,^{ns} significativo e não significativo, respectivamente ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de chi-quadrado. Peso do fruto (PF (g)), firmeza do fruto (FF (Newtons)), firmeza da polpa (FP (Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS (°Brix)), espessura da polpa (EP (cm)), comprimento do fruto (CF (cm)), diâmetro do fruto (DF (cm)), e porcentagem de volume da polpa (%VP).

De acordo com o primeiro par canônico, verifica-se que o comprimento do fruto e, principalmente, a espessura da polpa ocasionam aumento na porcentagem do volume da polpa decorrente do decréscimo do peso do fruto. Em mamoeiro, os frutos que apresentam aumento no comprimento sem que haja aumento proporcional no diâmetro do fruto tendem a apresentar elevada porcentagem do volume da polpa, pois como foi observado na Tabela 4, aliado ao comprimento do fruto, está o incremento da espessura da polpa, a principal responsável pelo aumento da porcentagem do volume da polpa como visto na análise de trilhas.

Com o aumento da espessura da polpa, ocorre a diminuição do espaço ocupado pela cavidade ovariana, sobretudo do diâmetro desta cavidade. O comprimento da cavidade ovariana não acarretará efeito significativo sobre a

redução da porcentagem do volume da polpa, visto que o diâmetro da cavidade ovariana é a principal variável responsável por este decréscimo. Isto pode ser explicado com o seguinte exemplo: quando dois frutos apresentam o comprimento da cavidade ovariana em torno 10 cm, o diâmetro pode apresentar variação entre os dois frutos. O primeiro fruto, por exemplo, pode exibir uma média de 2,0 cm e o segundo fruto uma média de 4 cm de diâmetro. Portanto, frutos com espessura de polpa elevada, com redução do diâmetro da cavidade ovariana ocasionam aumento da porcentagem do volume da polpa.

No segundo par canônico, a firmeza do fruto promoveu um grande aumento da firmeza da polpa decorrente da redução do peso do fruto. Como relatado anteriormente na Tabela 2, as firmezas (FF e FP) possuem forte correlação fenotípica e genotípica, oferecendo suportes aos resultados da correlação canônica. Contudo, apesar do aumento da firmeza da polpa, houve redução no teor de sólidos solúveis decorrente do aumento da firmeza do fruto. As firmezas do fruto e polpa possuem grande importância no melhoramento genético do mamoeiro, pois determinarão o potencial para o transporte, enquanto o teor de sólidos solúveis está associado ao sabor e aceite dos frutos pelo consumidor para o consumo *in natura* da fruta.

A colheita é uma das fases mais importantes e pode ocasionar perdas na lavoura por meio de injúrias provocadas no manuseio dos frutos ou mesmo durante o transporte da lavoura até a *packing house*, onde os frutos passarão pelo processo de higiene, embalagem e posterior transporte ao mercado interno e externo. As firmezas (FF e FP) estão fortemente associadas ao manuseio dos frutos da lavoura ao transporte, pois quando os frutos apresentam firmezas elevadas, os danos causados durante estes processos serão ínfimos; já os frutos com firmeza reduzida apresentarão danos e perderão sua rigidez rapidamente, tornando-se inviáveis à comercialização, ocasionando o desperdício da fruta na unidade de tratamento e nos polos de comercialização.

O teor de sólidos solúveis está associado ao aceite do consumidor ao produto para o consumo *in natura* e para a fabricação de geleias, doces entre outros produtos processados. Como foi visto anteriormente, houve correlação genotípica positiva e significativa entre a firmeza do fruto e o teor de sólidos solúveis, indicando que entre os 62 híbridos existem genótipos que apresentam elevadas firmezas associadas ao alto teor de sólidos solúveis, o que contribuirá para o sucesso da

seleção de híbridos com produção de frutos destinados ao mercado nacional e internacional.

3.1.5 CONCLUSÃO

A firmeza do fruto e o teor de sólidos solúveis apresentaram correlação genotípica significativa e positiva. Isso indica a possibilidade de sucesso com a seleção de híbridos superiores para os atributos de qualidade de fruto. A espessura da polpa foi a principal responsável pelo aumento na porcentagem do volume da polpa de forma direta, enquanto o peso do fruto foi o principal responsável pela redução desta. As variáveis primárias (FF, TSS e %VP) não atuam de forma independente das secundárias (PF, FP, EP, CF e DF), pois com o aumento da porcentagem do volume da polpa ocorre diminuição do peso do fruto e aumento da espessura da polpa associado ao incremento do comprimento do fruto.

As associações demonstraram que as variáveis físico-químicas não estão relacionadas as morfológicas e de porcentagem do volume da polpa, sendo necessário buscar alternativas para que a seleção não favoreça os ganhos para o conjunto de variáveis físico-químicos em detrimento das demais variáveis e vice-versa.

3.2 CAPACIDADE ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO E HETEROSE EM HÍBRIDOS DE MAMOEIRO PARA A QUALIDADE DOS FRUTOS

3.2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão (1.060.392 ton.) e o terceiro maior exportador da fruta (42.671 ton.) (FAOSTAT, 2018). Os frutos são ricos em vitaminas, sais minerais e têm inúmeras utilidades para a indústria alimentícia, farmacêutica (Serrano e Cattaneo, 2010) e vêm ganhando destaque na produção de biodiesel por meio da extração de óleo das suas sementes (Anwar et al., 2018; Anwar et al., 2019; Nayak et al., 2019). Os programas de melhoramento têm grande impacto sobre o aumento da produção e da qualidade dos frutos a serem destinados ao mercado nacional e internacional. Os genótipos cultivados e comercializados são pertencentes aos grupos 'Solo' e 'Formosa', caracterizados, principalmente pelo tamanho dos frutos. Os genótipos do grupo 'Solo' apresentam frutos pequenos com cerca de 350-500g e os frutos com padrão 'Formosa' ultrapassam os 1000g (Costa e Pacova, 2003).

Visando aumentar a oferta de cultivares e a demanda do mercado consumidor, o Brasil tem investido na obtenção de frutos 'Intermediários' aos grupos 'Solo' e 'Formosa', por meio de cruzamentos entre 'Solo' x 'Formosa'. Desse engajamento, destacam-se os híbridos 'Intermediários' 'UC14' e 'UC16', que possuem alta qualidade e produtividade, sendo agronomicamente superiores às cultivares 'Golden' e 'Tainung' (Luz et al., 2015; Pereira et al., 2019b). Assim, o

cruzamento entre grupos heteróticos perfazem-se uma excelente alternativa na obtenção de novos híbridos superiores com grande aceite pelo consumidor e que atendam principalmente às necessidades do produtor.

Para garantir que os novos híbridos tenham capacidade para serem destinados ao mercado consumidor, é necessário avaliar o seu potencial, seja em relação aos progenitores e/ou sua superioridade em relação a cultivares comerciais amplamente utilizadas na agricultura. Para tal, Shul (1908) cunhou o termo heterose para se referir aos cruzamentos em que a progênie apresenta vigor híbrido superior aos pais para distintas características. Desde então, houve um crescente investimento no desenvolvimento e no cultivo de híbridos F_1 , com intuito de obter novas cultivares altamente produtivas (Schnable, 2013). De acordo com Mackay et al. (2020) a heterose pode ser aumentada quando o cruzamento ocorre entre linhagens de diferentes grupos heteróticos, aumentando as chances de ocorrências de complementariedades alélicas favoráveis. Em mamoeiro, a exploração da heterose mostrou-se vantajosa para características morfoagronômicas e de qualidade do fruto em cruzamentos entre linhagens dentro de um mesmo grupo heterótico ou mesmo entre grupos (Marin et al., 2006b; Cardoso et al., 2014). Estes cruzamentos em mamoeiro também favoreceram a obtenção de híbridos F_1 resistentes a doenças, como a mancha de phoma e pinta preta (Vivas et al., 2016; Poltronieri et al., 2019).

A obtenção de linhagens parentais superiores são um dos principais focos do melhorista, visto que o desempenho das progênies vai estar associado ao desempenho genéticos dos genitores, sendo necessário buscar meios de desenvolver novas linhagens que resultem em combinações híbridas superiores (Gramaje, 2020). Quando o melhorista detém de um quantitativo grande de linhagens, a metodologia *topcross* (Davis, 1927) pode ser empregada para distinguir as linhagens que possuem aptidão para gerar novos híbridos, utilizando-se testadores que comprovadamente geram boas progênies, como realizado por Barros et al. (2017a). Desta forma, é possível identificar as combinações híbridas mais promissoras por meio da estimação da capacidade específica de combinação (CEC) entre as linhagens e o testador, onde o testador será um indicativo para verificar se as linhagens em teste possuem a capacidade de gerar progênies superiores (Borém e Miranda, 2013). A CEC está altamente relacionada a causas não-aditivas, como os desvios de dominância e efeitos epistáticos (Musembi et al.,

2015), favorecendo o aumento do ganho genético por meio da exploração da heterose com a utilização de diferentes cruzamentos (Teodoro et al., 2017).

A utilização de linhagens já é empregada na cultura do mamoeiro para obtenção de híbridos produtivos, com qualidade do fruto superior a cultivares comerciais e que possuam resistência às principais doenças da cultura (Barros et al., 2017b; Santa-Catarina et al., 2019; Poltronieri et al., 2019; Vettorazzi et al., 2021). Desta forma, a utilização de testadores elite para a avaliação de linhagens torna-se promissor para obtenção de híbridos que atendam aos requisitos do mercado consumidor nacional e internacional, garantido pela alta diversidade entre as linhagens e as distintas complementariedades alélicas com o testador elite.

Desse modo, com a possibilidade do desenvolvimento de híbridos superiores a partir da metodologia *topcross*, o trabalho objetivou avaliar o comportamento *per se* de 62 híbridos para o aumento da qualidade dos frutos com base na heterose e verificar a capacidade específica de combinação entre 62 linhagens.

3.2.2 REVISÃO

3.2.2.1 Capacidade específica de combinação

O termo capacidade específica de combinação (CEC) é utilizado para designar os casos em que certas combinações entre genótipos se fazem melhor ou pior do que deveria ser esperado com base na performance média das linhagens envolvidas (Sprague e Tatum, 1942). Os autores também definiram o termo capacidade geral de combinação (CGC), que reflete a performance média das linhas nas combinações híbridas. A CEC é realizada quando os testadores possuem uma base genética estreita, como linhas aparentadas (Hallauer et al., 2010), pois cada um dos gametas do testador será um indicativo para verificar se as linhagens em teste possuem a capacidade de gerar progênie superiores (Borém e Miranda, 2013).

A CGC está relacionada aos genes que possuem controle aditivo sobre a característica, enquanto a CEC está relacionada a ação de genes com efeitos de

dominância ou epistáticos (Bi et al., 2015). O efeito aditivo se refere ao efeito médio que cada alelo contribui para a formação do fenótipo (FALCONER, 1987). De acordo com Acquah (2012), se tomarmos como exemplo os alelos **A** e **B**, cada um contribuindo com uma unidade, e os alelos **a** e **b**, ambos sem nenhuma contribuição, teremos que as combinações **Aabb** = 1, **AABb** = 3 e **AABB** = 4. Quando se considera apenas um loco, o heterozigoto é intermediário aos pais (**AA** = 2, **Aa** = 1 e **aa** = 0). A ação de genes aditivos está fortemente relacionada a responsividade dos genótipos à seleção, já a ação de genes não-aditivos aumenta as chances de se explorar o vigor híbrido nos cruzamentos envolvendo linhagens (Azeez, et al., 2014; Aslam et al., 2017). Para Fasoula e Fasoula (1997), os efeitos não aditivos são importantes no desenvolvimento de híbridos, pois com as combinações alélicas entre os parentais, pode haver a camuflagem mútua (dominância) e a complementação (pseudo-sobredominância) de alelos deletérios na progênie F₁, como também pode ocorrer a camuflagem mútua e complementação de alelos deletérios interlocos (epistasia).

A utilização da metodologia de *topcross* desenvolvida por Davis (1927) é empregada na análise da capacidade de combinação de linhagens quando cruzadas com um testador em comum. Para Numberg et al. (2000), este método permite a eliminação das linhagens que obtiveram desempenho inferior, tornando mais racional e eficiente o programa de melhoramento genético. No geral, conforme Duarte et al. (2003), um testador considerado adequado para a metodologia de *topcross* deve apresentar simplicidade, gerar informações que classifique corretamente as linhagens avaliadas com base na capacidade combinatória e que maximize o ganho genético.

Segundo Marin et al. (2006a), os genótipos do grupo 'Solo' apresentam maior similaridade alélica entre si, não possuindo alta divergência genética entre os indivíduos, enquanto os genótipos do grupo 'Formosa' apresentam maior dissimilaridade. A combinação entre 'Solo' x 'Formosa' resulta em genótipos com alta distinção entre si, resultando em boas combinações híbridas, sendo favoráveis à seleção.

Em mamoeiro, trabalhos relacionados à capacidade de combinação são desenvolvidos principalmente pelo programa de melhoramento genético UENF/Caliman, conforme os dados disponibilizados na literatura. Ide et al. (2009) avaliaram a capacidade específica de combinação de dois testadores com 20

genótipos elite de mamoeiro com o intuito de selecionar as melhores combinações híbridas para as características morfológicas, de rendimento e qualidade do fruto. Na época, os autores relataram a falta de estudos sobre capacidade combinatória utilizando testadores e que no Brasil esta abordagem ainda era novidade.

Conforme Barros et al. (2017a), a partir da CEC de 22 linhagens de mamoeiro com 2 testadores houve aumento significativo da produção e qualidade dos frutos, o que resultou em algumas combinações híbridas favoráveis ao mercado consumidor, com expectativa de utilização futura no programa de melhoramento e no lançamento de novas cultivares. Cardoso et al. (2017) identificaram cruzamentos que apresentaram estimativas positivas da CEC para frutos comerciáveis, ou seja, sem deformidade como frutos carpelóides e pentândricos, cujos genótipos selecionados são promissores para serem disponibilizados pelo programa de melhoramento. Vettorazzi et al. (2021) relataram que combinações híbridas entre linhagens F₄ e o testador SS-72/12 ('Solo') demonstraram-se promissoras para a seleção voltada às características morfoagronômicas e relacionadas à produtividade, tanto para o mercado interno e externo.

3.2.2.2 Heterose

O fenômeno da heterose ou vigor híbrido tem proporcionado benefícios à agricultura e vem sendo objeto de estudos por mais de cem anos. A heterose ocorre quando a progênie de um cruzamento exibe uma melhor performance do que seus parentais para as diversas características, dentre elas se destacam a estatura, biomassa e fertilidade (Birchler et al., 2006; Schnable e Springer, 2013). A heterose é vista como o aumento da heterozigosidade, enquanto o termo 'depressão por endogamia' é caracterizado pela redução da heterozigosidade de um indivíduo ou de uma população por meio do aumento da homozigosidade e em alguns casos, a elevada frequência de alelos deletérios. A heterose é restaurada com o cruzamento de indivíduos divergentes, uma vez que os alelos deletérios são complementados no estado de híbrido (East, 1936; Shull, 1952; Kaeppler, 2012).

A heterose pode ser positiva para aumento da performance dos genótipos ou negativa, o que causa a diminuição da performance. Contudo, nem sempre esta diminuição está relacionada a algo ruim, por exemplo, a redução do tamanho de

sementes de algumas espécies de fruteiras seria favorável, sendo assim, ambas as “direções” podem ser utilizadas no programa de melhoramento de plantas (Ryder et al., 2019). Três categorias têm sido consideradas para a heterose com base na distância genética entre as linhagens. A primeira é definida como heterose intraespecífica, obtida a partir do cruzamento entre dois indivíduos pertencentes à mesma espécie; a segunda é a heterose intersubespecífica, compreende os cruzamentos entre indivíduos de duas subespécies e por fim, a terceira é denominada de heterose de ampla hibridação, cujo cruzamento envolve dois indivíduos de diferentes espécies ou gêneros (Fu et al., 2014a).

Segundo Fu et al. (2014b) existem três hipóteses para o estudo da heterose, sendo elas denominadas de hipóteses da dominância, sobredominância e a hipótese epistática. A hipótese de dominância específica que em um cruzamento entre dois indivíduos divergentes, onde um apresenta homozigose para alelos deletérios (dd) e o outro para alelos dominantes (DD), a progênie híbrida será heterozigota (Dd), havendo a complementação do alelo deletério pelo alelo dominante. Neste caso, a média da performance da progênie pode ser maior que a dos pais e, ressalta-se que a endogamia leva a diminuição do número médio dos alelos DD e Dd (Davenport, 1908; Bruce, 1910; Jones, 1917). De acordo com Shapira et al. (2014), o único requisito para esta hipótese é que haja um número suficiente de locos, cada um com um grau de dominância que quando somado de forma aditiva consiga explicar a heterose.

A hipótese da sobredominância refere-se a heterose com base na interação sinérgica entre locos heterozigotos, cujos híbridos são superiores aos híbridos homozigotos (Ryder et al., 2014). Se a sobredominância for a base da heterose, a população e as estratégias de melhoramento devem visar formas de maximizar a heterozigosidade para obter um melhor desempenho (Kaeppeler, 2012). A hipótese da epistasia baseia-se na heterose da progênie F_1 por meio da interação entre alelos de diferentes locos da progênie híbrida (Powers, 1944; Crow, 1948;).

O outro fenômeno denominado pseudosobredominância pode causar dificuldades para detectar os efeitos de sobredominância. Isto ocorre porque dois locos extremamente ligados (A/B) segregam para alelos deletérios (a/b) em repulsão, ou seja, os alelos dominantes e recessivos estão em cromossomos homólogos diferentes, cuja progênie será um heterozigoto AaBb. Com isso, o alelo dominante de um parental complementa o alelo deletério do outro, fazendo com

que a progênie tenha maior aptidão, pois possui alelo dominante no loco A e B, enquanto nos homozigotos os alelos deletérios sempre serão expressos (Carr e Dudash, 2003; Birchler et al., 2006).

Em mamoeiro, estudos sobre heterose foram empregados para verificar a superioridade da performance de híbridos obtidos de um dialelo entre parentais do grupo 'Solo' x 'Formosa' para as características morfoagronômicas, químicas, relacionadas a produtividade e sensoriais (Marin et al., 2006b). Este trabalho resultou no desenvolvimento do primeiro híbrido brasileiro, o 'UENF/CALIMAN 01' (Calimosa). Conforme os resultados de Cardoso et al. (2014), a heterose pode ser explorada não apenas intergrupos, mas também entre 'Solo' x 'Solo' e 'Formosa' x 'Formosa', podendo alcançar altas estimativas para a heterose intragrupo, podendo-se obter também, frutos com tamanho 'Intermediário' aos dois grupos heteróticos.

3.2.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.3.1 Material genético e delineamento estatístico

As linhagens utilizadas no *topcross* foram desenvolvidas a partir do cruzamento biparental entre os genótipos UC-Sekati e UC-JS12 (doador de pólen) pertencentes ao grupo 'Formosa'. Uma planta F_1 obtida deste cruzamento foi autofecundada para dar origem a população F_2 , a qual continha cerca de 250 genótipos hermafroditas. A partir da geração F_2 , os genótipos foram conduzidos até a geração F_5 pelo método de melhoramento SSD (*Single Seed Descent*). Para a obtenção dos híbridos, 97 linhagens da geração F_4 foram utilizadas como genitoras doadoras de pólen e cruzadas com a linhagem testadora SS-72/12 do grupo 'Solo', gerando os 62 híbridos.

O experimento foi conduzido na área experimental da Empresa Caliman Agrícola S.A, localizada no município de Linhares-ES nas coordenadas geográficas entre os paralelos 19° 06' – 19° 18' de latitude sul e entre os meridianos 39° 45' – 40° 19' de longitude oeste. O delineamento estatístico utilizado foi o látice 13 x 13, composto por 97 linhagens F_5 provindas da autofecundação das linhagens F_4

parentais, 62 híbridos *Topcrosses* e 10 testemunhas (UC-Sekati, 'UC-10', UC-JS12, Maradol, 'UENF/CALIMAN 01', 'Tainung', SS-72/12, 'Golden', 'Aliança' e Waimanalo), totalizando 169 genótipos. Os genótipos foram semeados em badejas plásticas de polipropileno com capacidade para 96 tubetes de 55 cm³ em casa de vegetação da fazenda Santa Terezinha. O substrato utilizado foi o Tropstrato HT Hortaliças e o fertilizante utilizado foi o de liberação lenta Basacote® mini 3M, fórmula NPK 13-06-16 (+1,4 de Mg). Após 30 dias da emergência, as plântulas foram transplantadas para a área experimental. O delineamento consistiu em cinco repetições com duas plantas por parcela, espaçadas em 3,6 m entre linhas e 1,5 m entre plantas na linha. Neste trabalho apenas os 62 híbridos do delineamento foram analisados.

Devido à taxa de segregação de plantas hermafroditas e femininas na proporção 2:1 para linhagens, foram utilizadas três mudas por cova para ter a probabilidade de 96.29% de se obter pelo menos uma planta hermafrodita. Como os híbridos segregam 1:1, foram utilizadas quatro mudas por cova para ter 93.8% de probabilidade de se obter pelo menos uma planta hermafrodita. A sexagem foi realizada três meses após o plantio, com o aparecimento das primeiras flores, deixando apenas uma planta hermafrodita por cova para a condução do experimento.

Durante todas as etapas do experimento, os tratos culturais seguiram os mesmos processos adotados nos plantios comerciais da Empresa Caliman Agrícola S.A.

3.2.3.2 Variáveis mensuradas

As seguintes variáveis relacionadas a qualidade dos frutos foram mensuradas em cinco frutos por planta: peso do fruto (PF), expresso em gramas; comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura da polpa (EP), onde essas três variáveis apresentam valores expressos em centímetros; firmeza do fruto (FF) e firmeza da polpa (FP), ambas expressas em Newtons; teor de sólidos solúveis (TSS), expresso em °Brix e a porcentagem de volume da polpa (%VP). As avaliações foram realizadas em três épocas: 210 (outubro de 2017), 300 (janeiro 2018) e 390 (maio de 2018) dias após o plantio.

A fenotipagem das variáveis CF, DF e EP foi realizada por meio da análise e processamento de imagens digitais, conforme Santa-Catarina et al. (2018). A variável EP foi mensurada por meio das ferramentas *Straight* e *Wand* do software ImageJ v1.50c, enquanto as variáveis CF e DF foram mensuradas com os parâmetros *major* e *minor* fornecidos pelo software.

Para obtenção do PF, foi utilizada uma balança analítica digital Toledo modelo 9094. As variáveis FF e FP foram mensuradas com base na resistência a penetração. Para FF foram realizadas três perfurações em pontos equidistantes na região equatorial. Para a FP, os frutos foram cortados transversalmente em duas faces iguais e foram realizadas três perfurações equidistantes na polpa. Para as firmezas foi utilizado um Penetrômetro Digital de Bancada (*Fruit Pressure Tester*, Italy, Modelo 53205) com adaptador de 3,0 x 0,5 cm (altura x diâmetro). Para mensurar o TSS, foi utilizado um refratômetro portátil Atago N1. Para isso, o suco foi retirado a partir da pressão manual de uma amostra da polpa na região mediana do fruto.

Para obtenção da %VP foi necessário o cálculo do volume da cavidade ovariana (VCO), volume do fruto (VF) e volume de polpa (VP). O VCO e VF foram calculados utilizando as mensurações dos comprimentos, diâmetros do fruto e da cavidade ovariana seguindo a fórmula $V_e = \pi(L \times D^2/6)$, em que V_e é o volume estimado, L é o comprimento e D o diâmetro, conforme descrito por Santa-Catarina et al. (2018) adaptado de Koc (2007). O VP foi estimado pela diferença entre VF e VCO. O %VP foi obtido pela expressão $(VP \times 100)/VF$. Os dados do comprimento e diâmetro da cavidade ovariana, volume da cavidade ovariana, volume do fruto e da polpa não foram utilizados nas subseqüentes análises, pois estas cinco variáveis foram utilizadas apenas para o cálculo da %VP.

3.2.3.3 Heterose e capacidade específica de combinação

No presente trabalho, foi estimada a heterose com base na média dos pais, considerada neste trabalho como heterose padrão (HP), a heterobeltiose (HB), a heterose funcional (FH), e a heterose varietal (HV), conforme descrito por Huang et al. (2015) e Gramaje et al. (2020):

$$HP = \frac{(F_1 - MP)}{MP} \times 100$$

$$HB = \frac{(F_1 - BP)}{BP} \times 100$$

$$HF = \frac{(F_1 - LN)}{LN} \times 100$$

$$HV = \frac{(F_1 - CC)}{CC} \times 100$$

Para o cálculo da heterose varietal, foram utilizadas as cultivares comerciais do grupo 'Formosa': 'UENF/CALIMAN 01' (HV1), 'UC-10' (HV2) e 'Tainung' (HV3).

As significâncias das heteroses foram testadas por meio do teste t a 5% e 1% de probabilidade de erro:

Teste *t* para HB, HF e HV:

$$t = \frac{(F_1 - BP) \text{ ou } (F_1 - CC) \text{ ou } (F_1 - LN)}{(2\sigma_e^2/r)^{1/2}} \times 100$$

Teste *t'* para HP:

$$t = \frac{(F_1 - MP)}{(3\sigma_e^2/2r)^{1/2}} \times 100$$

Onde: MP = média dos pais; BP = performance do melhor pai; LN = performance das linhagens; CC = performance das cultivares comerciais; σ_e^2 = quadrado médio do erro e r = número de repetição.

A estimativa da CEC será obtida de acordo com a expressão apresentada por Hallauer et al. (2010), através das diferenças entre a média de cada um dos híbridos obtidos de um testador ($X_{e.Ti}$) e a média geral dos cruzamentos com aquele testador ($X_{g.Ti}$), conforme ilustrado abaixo:

$$CEC_{gTi} = X_{e.Ti} - X_{g.Ti}$$

A significância da CEC foi testada por meio do teste t a 5% e 1% de probabilidade de erro:

$$t = \frac{CEC}{(\sigma_e^2/r)^{1/2}} \times 100$$

Onde: CEC = capacidade específica de combinação; σ_e^2 = quadrado médio do erro e r = número de repetição.

3.2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.4.1 Estimativas das heteroses

A heterobeltiose do grupo 'Intermediário' (Figura 1A) demonstrou que o tamanho do fruto e porcentagem da polpa não apresentaram valores positivos. Para a característica teor de sólidos solúveis apenas 33,33% das estimativas foram negativas. Para a heterose padrão (Figura 1B), os valores variaram de 3,33% para a firmeza do fruto a 100% para a porcentagem da polpa com estimativas abaixo de zero. Conforme a heterose funcional (Figura 1C), as características atingiram o mínimo de 6,66% a 100% de valores negativos para o teor de sólidos solúveis e porcentagem da polpa, respectivamente.

Conforme as heteroses varietais do grupo 'Intermediário', todos os híbridos na HV1 (Figura 2A) apresentaram firmeza do fruto e teor de sólidos solúveis superior ao híbrido 'UENF/CALIMAN 01', com ressalvas para o híbrido H14, o qual apresentou estimativa negativa para a firmeza do fruto. A HV2 (Figura 2B) demonstrou 100% dos híbridos com estimativas negativas para o peso do fruto, espessura da polpa, comprimento do fruto, diâmetro do fruto e porcentagem do volume da polpa, enquanto a HV3 (Figura 2C) apresentou resultados semelhantes, porém com 70% de estimativas negativas para a porcentagem do volume da polpa. Todos os híbridos apresentaram estimativas positivas e significativas para o teor de sólidos solúveis na HV3, demonstrando grande superioridade dos híbridos em relação a esta variedade amplamente cultivada em todo o Brasil.

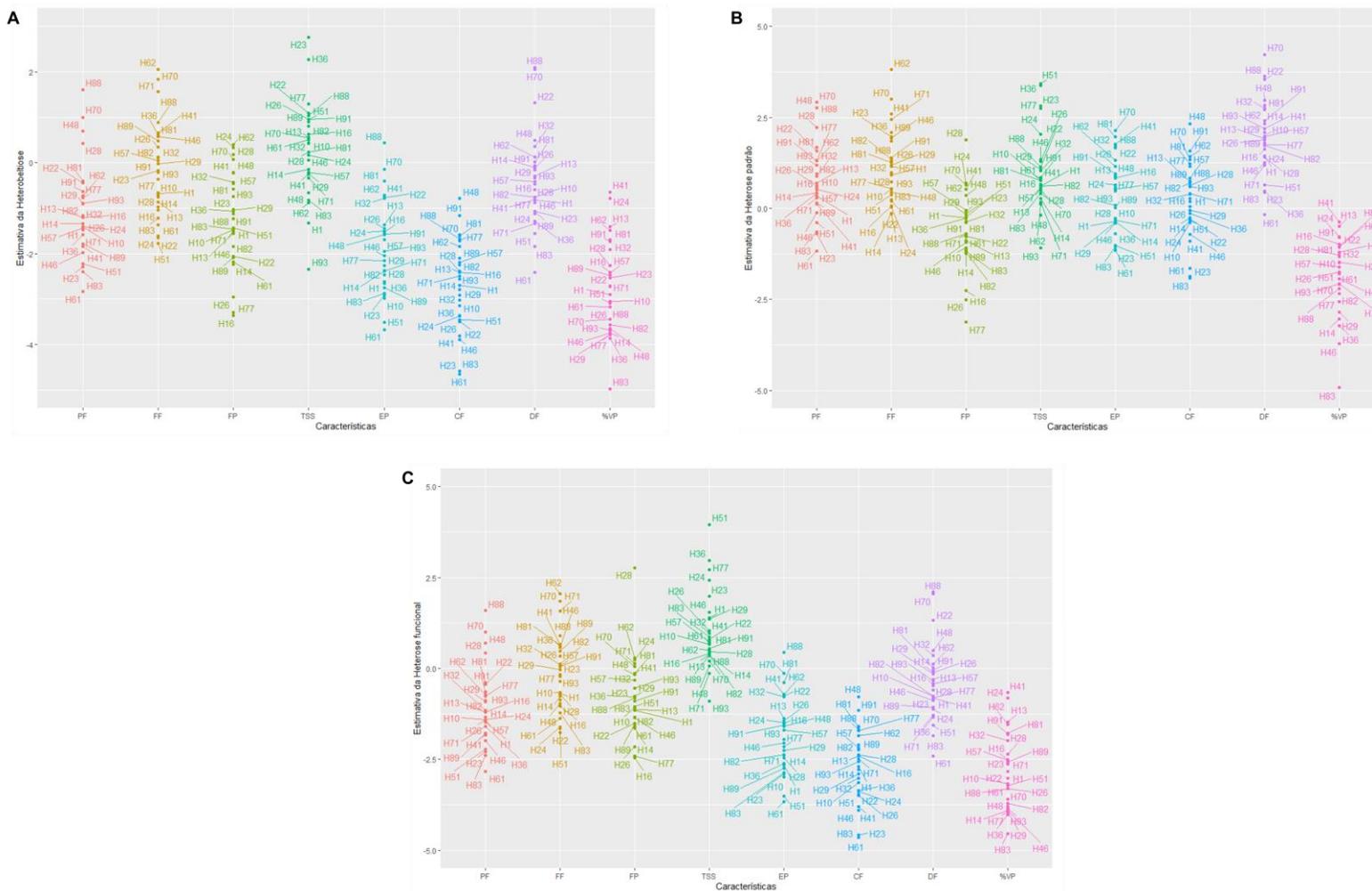


Figura 1 - Estimativas para a heterobeltiase, heterose padrão e heterose funcional para os híbridos considerados como padrão 'Intermediário'. Peso do fruto (PF (g)), firmeza do fruto (FF (Newtons)), firmeza da polpa (FP (Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS ($^{\circ}$ Brix)), espessura da polpa (EP (cm)), comprimento do fruto (CF (cm)), diâmetro do fruto (DF (cm)), e porcentagem de volume da polpa (%VP).

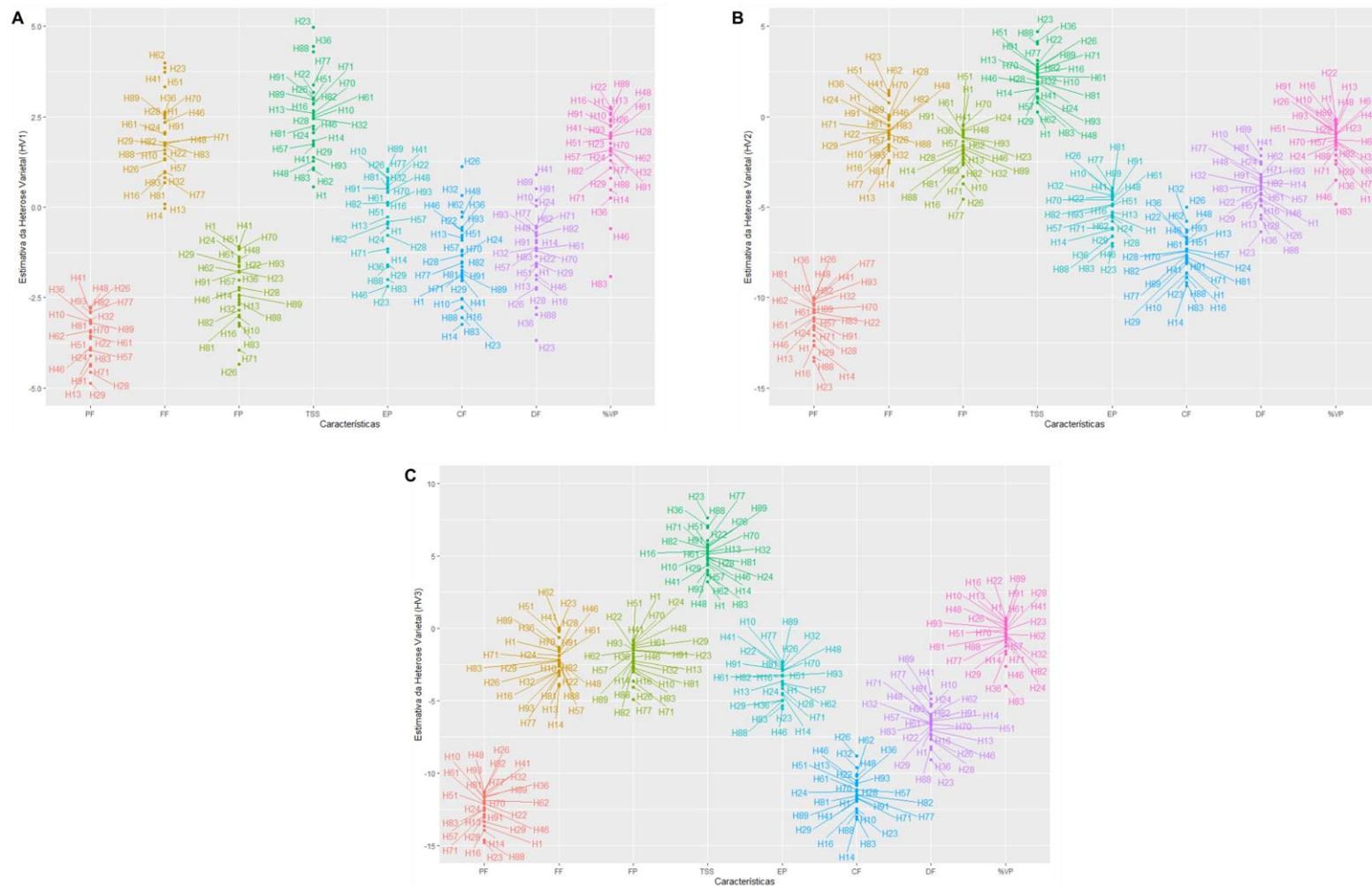


Figura 2 - Estimativas para as heteroses varietais dos híbridos considerados como padrão ‘Intermediário’, utilizando-se as cultivares ‘UENF/CALIMAN 01’ (A), ‘UC-10’ (B) e ‘Tainung’(C). Peso do fruto (PF (g)), firmeza do fruto (FF (Newtons)), firmeza da polpa (FP (Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS ($^{\circ}$ Brix)), espessura da polpa (EP (cm)), comprimento do fruto (CF (cm)), diâmetro do fruto (DF (cm)), e porcentagem de volume da polpa (%VP).

Verificou-se que para a heterobeltiose do grupo 'Formosa' (Figura 3A), mais de 32% dos híbridos apresentaram estimativas negativas para as oito características, onde o comprimento do fruto e a porcentagem da polpa apresentaram todos os valores abaixo de zero. Para a heterose padrão (Figura 3B), o peso e diâmetro do fruto não apresentaram estimativas abaixo de zero. A heterose funcional (Figura 3C) foi quase idêntica à heterobeltiose quanto a porcentagem de valores abaixo de zero, diferindo apenas para o teor de sólidos solúveis, onde a heterose funcional apresentou estimativas abaixo de zero apenas para os híbridos H19 e H73.

Pelo menos 89% dos híbridos 'Formosa' apresentaram estimativas positivas para a firmeza do fruto, teor de sólidos solúveis e porcentagem da polpa em relação a HV1 (Figura 4A). Nota-se que para as características peso do fruto, espessura da polpa, comprimento e diâmetro dos frutos, os híbridos apresentaram heteroses 100% negativas para a HV2 (Figura 4B) e HV3 (Figura 4C). Assim como a HV3 dos híbridos 'Intermediários', os híbridos 'Formosa' também apresentaram todos os valores positivos, sem significância apenas para os híbridos H17 e H19.

Entre todas as heteroses avaliadas, a heterose varietal é considerada a mais importante, pois esta heterose irá indicar o potencial e comercialização de novos híbridos elite em relação a cultivares amplamente utilizadas nos campos de produção (Gramaje, 2020). Desta forma, a HV2 e HV3 apresentaram todas as estimativas negativas para as características relacionadas a morfologia dos frutos (PF, EP, CD e DF) em todos os híbridos do grupo 'Intermediário' e 'Formosa'. Isto está relacionado a cultivar padrão 'UC-10' e 'Tainung', que são genótipos pertencentes ao grupo 'Formosa' e conseqüentemente, todos os híbridos apresentaram estimativas muito inferiores a estas cultivares. Apesar de 28 híbridos apresentarem padrão 'Formosa', estes foram inferiores às cultivares 'UC-10' e 'Tainung', assemelhando-se a cultivar 'UENF/CALIMAN 01'. Uma das explicações para isso foi o cruzamento biparental entre grupos heteróticos, pois de acordo com Pereira et al. (2019a) cruzamentos entre 'Solo' x 'Solo' resultaria em frutos com padrão 'Solo', abrangendo médias entre 300-600g. O cruzamento entre 'Formosa' x 'Formosa' resultaria em frutos do padrão 'Formosa', podendo chegar até 2000g. De acordo com Cardoso et al. (2014), o cruzamento de 'Solo' x 'Formosa' resulta em frutos 'Intermediários' aos dois grupos, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

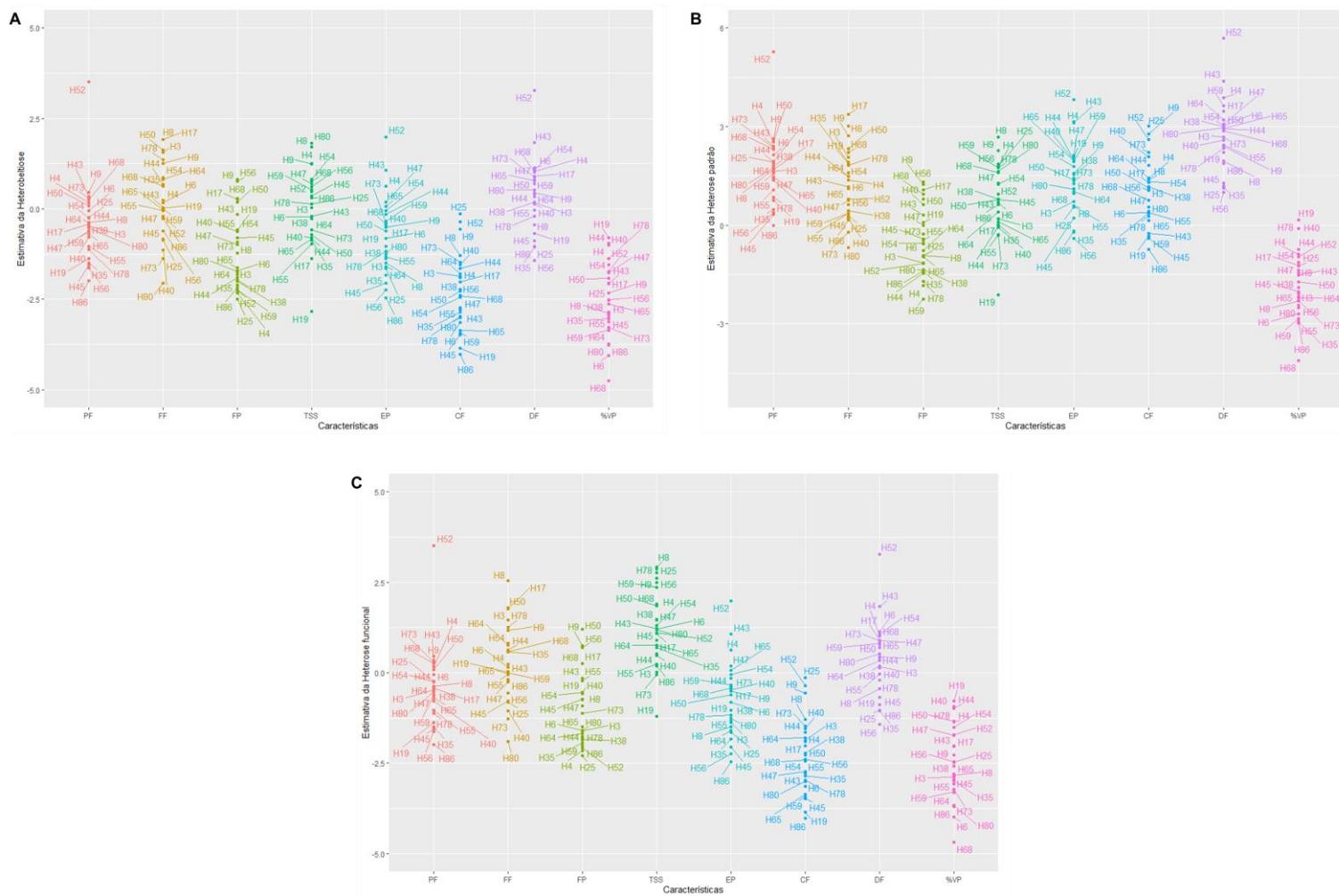


Figura 3 - Estimativas para a heterobeltiase, heterose padrão e heterose funcional para os híbridos considerados como padrão 'Formosa'. Peso do fruto (PF (g)), firmeza do fruto (FF (Newtons)), firmeza da polpa (FP (Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS ($^{\circ}$ Brix)), espessura da polpa (EP (cm)), comprimento do fruto (CF (cm)), diâmetro do fruto (DF (cm)), e porcentagem de volume da polpa (%VP)

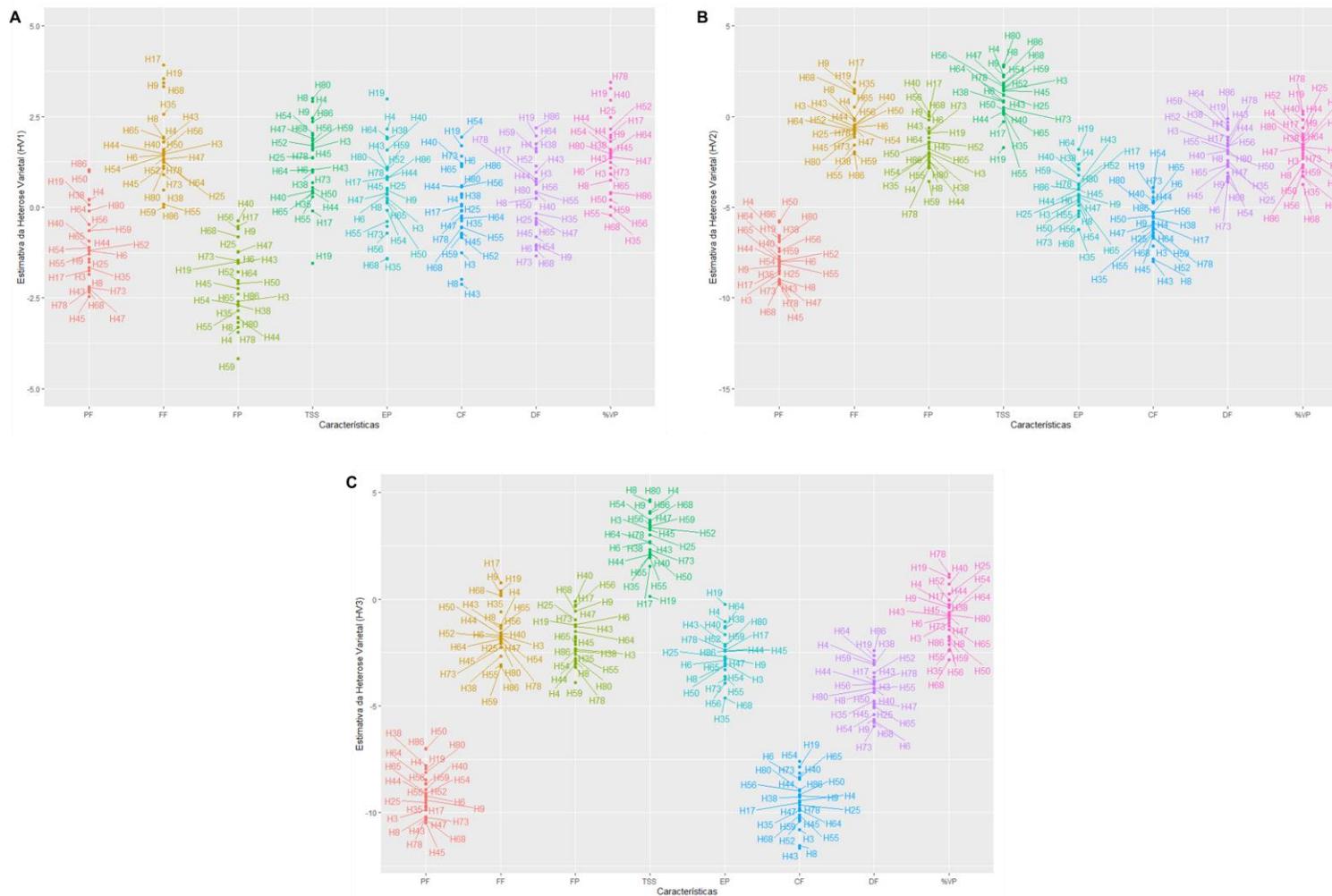


Figura 4 - Estimativas para as heteroses varietais dos híbridos considerados como padrão ‘Formosa’, utilizando-se as cultivares ‘UENF/CALIMAN 01’ (A), ‘UC-10’ (B) e ‘Tainung’(C). Peso do fruto (PF (g)), firmeza do fruto (FF (Newtons)), firmeza da polpa (FP (Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS (°Brix)), espessura da polpa (EP (cm)), comprimento do fruto (CF (cm)), diâmetro do fruto (DF (cm)), e percentagem de volume da polpa (%VP).

Para as características morfológicas dos híbridos 'Intermediários' (EP, CF e DF), a HV2 e HV3 apresentaram todas as estimativas negativas. Quando se utilizou a cultivar 'UENF/CALIMAN 01' (HV1), os híbridos 'Intermediários' apresentaram 100%, 46,66%, 93,33% e 86,66% de estimativas negativas para o peso do fruto, espessura da polpa, comprimento e diâmetro do fruto, respectivamente. Nota-se que a espessura da polpa foi a que apresentou um menor número de híbridos com estimativas negativas, pressupondo-se que para a característica da porcentagem do volume da polpa haverá híbridos com estimativas positivas, pois as duas características supracitadas apresentam correlação positiva e significativa entre si.

Para as características morfológicas dos híbridos 'Formosa' (EP, CF e DF), a HV2 e HV3 apresentaram todas as estimativas negativas. A HV1 apresentou estimativas positivas e significativas apenas para a espessura da polpa, destacando-se os híbridos H19 (14,82%), H4 (10,72%), H64 (9,57%), H38 (9,31%) e H40 (7,76%). O híbrido H52 apresentou as melhores estimativas para a espessura da polpa, com estimativas variando de 17,33% (heterose funcional e heterobeltiose) a 25,44% (heterose padrão). Estes resultados indicam que no cruzamento do testador SS/72/12 com as linhagens F₄ (consideradas com padrão 'Intermediário' e 'Formosa') os híbridos 'Formosa' resultantes produzirão frutos com médias entre 1000-1500g, mesmo algumas linhagens F₄ apresentarem médias superiores a 1500g (dados não mostrados).

O híbrido H62 ('Intermediário') apresentou estimativa positiva para as seis heteroses em relação a firmeza do fruto, contudo sem significância para HV2 e HV3. Resultados semelhantes foram observados para o híbrido H70, entretanto, este mesmo híbrido apresentou estimativa negativa para a HV3. O híbrido H28 desatacou-se para a firmeza da polpa, por apresentar heterose padrão e heterose funcional positiva e significativa. De acordo com os resultados do teor de sólidos solúveis, os híbridos 'Intermediários' H23, H26, H36, H77, H51 e H22 demonstraram todas as heteroses positivas, no entanto, apenas o híbrido H23 demonstrou estimativas significativas para todas as heteroses, seguido do híbrido H36, o qual apenas não foi significativo para a heterobeltiose. Os híbridos H23, H36, H51 e H89 apresentaram estimativas positivas significativas para as três heteroses varietais, sendo considerados promissores à seleção por apresentarem superioridade às cultivares consideradas de excelente qualidade.

Para a firmeza do fruto, os híbridos do grupo 'Formosa' H3, H8, H9, H17, H50, e H78 apresentaram estimativas positivas e significativas para pelo menos três heteroses, onde o H17 não apresentou significância apenas para a HV3. Para a firmeza da polpa, entre as seis heteroses estimadas nenhum híbrido apresentou estimativas positivas significativas. Para o teor de sólidos solúveis, os híbridos H8 e H80 foram os únicos a apresentarem valores positivos e significativos para as seis heteroses estimadas com valores acima de 12,99%. Os híbridos H4, H9 e H68 não apresentaram estimativas significativas apenas para a heterobeltiose, sendo considerados híbridos superiores para o teor de sólidos solúveis, com estimativas acima de 13%. Cardoso et al. (2014) verificaram que o teor de sólidos solúveis para o cruzamento de genótipos 'Solo' x 'Formosa' apresentou heterose padrão entre - 3,1% a 16,4%. Nossos resultados demonstraram heterose padrão máxima de 24,80% (H51 'Intermediário') e 23,16% (H8 'Formosa'), demonstrando que é possível aumentar o teor de sólidos solúveis através de hibridação entre 'Solo' x 'Formosa'.

Grande parte dos híbridos ('Intermediários' e 'Formosa') apresentaram estimativas positivas para a firmeza do fruto, teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa quando se utilizou a cultivar 'UENF/CALIMAN 01' como variedade padrão. Conforme os resultados encontrados por Luz et al. (2018b), o híbrido 'UENF/CALIMAN 01' demonstrou grande aceitação para as características sensoriais, sendo esta variedade considerada a de maior qualidade entre as testemunhas. Os resultados do presente estudo indicam que a maioria dos híbridos 'Intermediários' e 'Formosa' apresentaram firmeza do fruto e teor de sólidos solúveis superiores às cultivares varietais, tornando-os potenciais candidatos à comercialização.

Para o volume da polpa entre os frutos 'Intermediários', apenas a HV1 apresentou híbridos com estimativas positivas e significativas, destacando-se 22 híbridos com estimativas variando de 7,90% (H24) a 15,17% (H22). O restante dos híbridos exibiu estimativas sem significância ou negativas. Para os frutos do padrão 'Formosa', apenas a HV1 para a porcentagem da polpa apresentou valores positivos e significativos, com variação de 7,44% (H80) a 17,45% (H78). No mínimo 85% do restante dos híbridos apresentou estimativas negativas para as cinco heteroses restantes.

3.2.4.2 Capacidade combinatória

Para a CEC, apenas um número muito reduzido de combinações apresentou significância para as características isoladas. Mesmo com esse número reduzido, houve diferença entre as estimativas analisadas. Isso indica a ação dos efeitos não-aditivos, como os desvios de dominância e/ou epistasia, sendo estes os principais responsáveis pelo controle genético das características avaliadas, corroborando com Valadares et al. (2019) e Vettorazzi et al. (2021). Reddy et al. (2013) inferiram que uma das explicações relacionadas à presença de estimativas negativas para a CEC em populações em melhoramento se deve à presença de combinações alélicas desfavoráveis durante a recombinação, onde aquelas combinações que apresentam estimativas positivas são fortes candidatas à exploração da heterose.

Para a característica peso médio do fruto nas combinações 'Intermediárias' (Figura 5), as estimativas variaram de -187,58 (SS-72/12 x UCLA08-127) a 85,96 (SS-72/12 x UCLA08-113), onde 41% das combinações apresentaram estimativas negativas. Cerca de 63% das combinações 'Formosa' apresentaram estimativas negativas para o peso do fruto, porém sem significância. As combinações do testador SS-72/12 com as linhagens UCLA08-122, UCLA08-074 e UCLA08-096 apresentaram as maiores estimativas de CEC com os seguintes valores: 150,54, 147,30 e 128,34, respectivamente. A combinação SS-72/12 x UCLA08-066 demonstrou a menor magnitude de CEC -100,13, perfazendo-se muito inferior à média geral.

Para a firmeza do fruto no grupo 'Intermediário' (Figura 5), 56% das combinações apresentaram valores negativos, onde as combinações SS-72/12 x UCLA08-088 (6,81), SS-72/12 x UCLA08-034 (6,38) e SS-72/12 x UCLA08-060 (6,00) configuraram-se como as que apresentaram os maiores valores significativos a 5%, enquanto as combinações SS-72/12 x UCLA08-020 (-5,76) e SS-72/12 x UCLA08-021 (-6,15) foram as que apresentaram as maiores reduções na firmeza do fruto. Para a firmeza da polpa nas combinações no grupo 'Intermediário' (Figura 5), cerca de 44% das combinações apresentaram combinação negativa, com estimativas variando de -11,09 (SS-72/12 x UCLA08-111) a 4,60 (SS-72/12 x UCLA08-075). As maiores estimativas positivas foram vistas para as combinações

do SS72/12 com as linhagens UCLA08-075, UCLA08-060, UCLA08-001 e UCLA08-101, com significância a 5% apenas para as duas primeiras.

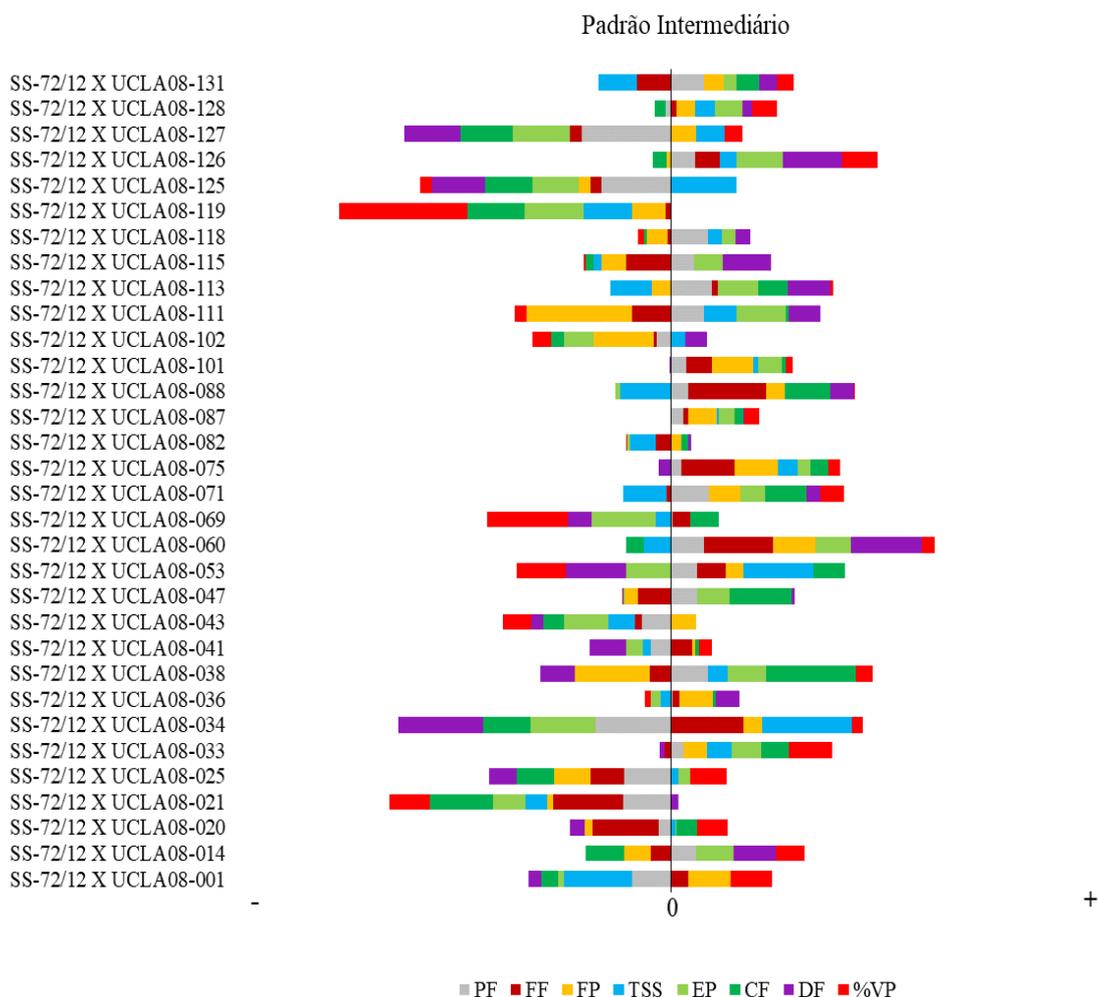


Figura 5 - Capacidade específica de combinação (CEC) do peso do fruto ($PF_{(g)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$), e porcentagem de volume da polpa ($\%VP$) em 32 combinações híbridas consideradas dentro do padrão 'Intermediário'. Os valores à esquerda (-) e à direita (+) do ponto 0 representam as estimativas positivas e negativas da CEC, respectivamente. Quanto maior for a barra em cada cor, maior será a CEC estimada.

Para a firmeza do fruto das combinações 'Formosa' (Figura 6), 67% das estimativas foram negativas, com valores variando de -6,51 (SS-72/12 x UCLA08-122) a 9,35 (SS-72/12 x UCLA08-026). As combinações significativas positivas atingiram estimativas acima de 6,95 (SS-72/12 x UCLA08-026, SS-72/12 x UCLA08-028, SS-72/12 x UCLA08-013 e SS-72/12 x UCLA08-097) e abaixo de -6,12 (SS-72/12 x UCLA08-079, SS-72/12 x UCLA08-084 e SS-72/12 x UCLA08-

122). A firmeza da polpa para as combinações 'Formosa' (Figura 6) apresentou valores compreendidos entre -8,37 (SS-72/12 x UCLA08-084) a 6,94 (SS-72/12 x UCLA08-057), com cerca de 53% de combinações com estimativas negativas, com significância a 5% a partir de 4,80 (SS-72/12 x UCLA08-061) e a 1% a partir de 6,04 (SS-72/12 x UCLA08-080). Já para os valores negativos, as combinações apresentaram significância a 5% quando os valores foram menores que -4,88 (SS-72/12 x UCLA08-005) e a 1% apenas a combinação SS-72/12 x UCLA08-084 (-8,37).

15

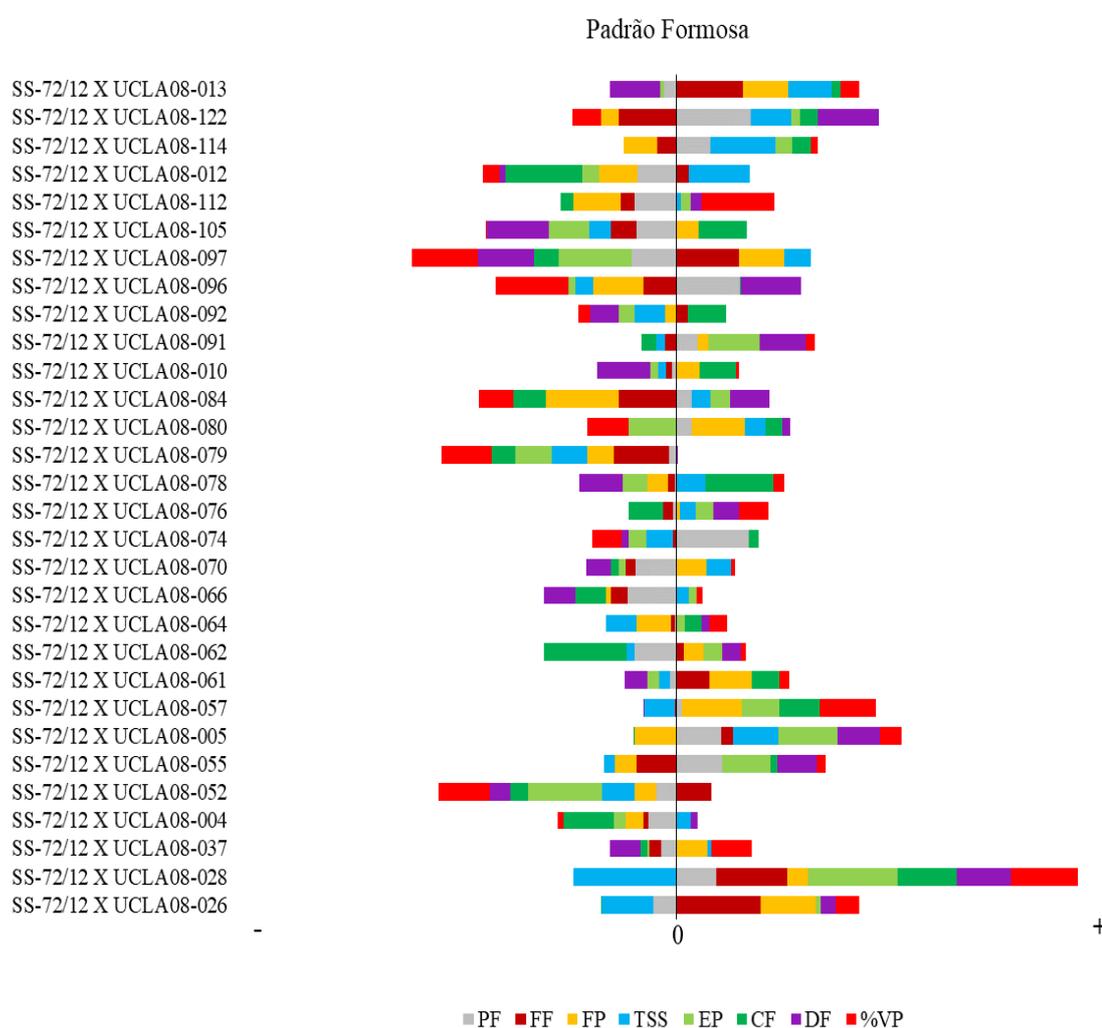


Figura 6 - Capacidade específica de combinação (CEC) do peso do fruto (PF_(g)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS_(°Brix)), espessura da polpa (EP_(cm)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), e porcentagem de volume da polpa (%VP) em 30 combinações híbridas consideradas dentro do padrão 'Formosa'. Os valores à esquerda (-) e à direita (+) do ponto 0 representam as estimativas positivas e negativas da CEC, respectivamente. Quanto maior for a barra em cada cor, maior será a CEC estimada.

Peso do fruto ($PF_{(g)}$), comprimento do fruto ($CF_{(cm)}$), diâmetro do fruto ($DF_{(cm)}$), espessura da polpa ($EP_{(cm)}$), firmeza do fruto ($FF_{(Newtons)}$), firmeza da polpa ($FP_{(Newtons)}$), teor de sólidos solúveis ($TSS_{(°Brix)}$) e porcentagem do volume da polpa ($\%VP$). As firmezas são as características mais importantes na fase do transporte, pois são elas que determinarão a resistência do fruto aos danos mecânicos e o tempo de vida útil deste durante o armazenamento. Assim, as combinações SS-72/12 x UCLA08-060 e SS-72/12 x UCLA08-096, ambas do grupo 'Intermediário' e as combinações SS-72/12 x UCLA08-026, SS-72/12 x UCLA08-013 e SS-72/12 x UCLA08-097 todas do grupo 'Formosa' se destacaram como aquelas que apresentaram altas firmezas, indicando que os frutos possuem potencial à comercialização internacional. Podemos destacar as combinações SS-72/12 x UCLA08-001 ('Intermediário') e SS-72/12 x UCLA08-057 ('Formosa') por apresentar considerável estimativa para a firmeza da polpa aliado a uma estimativa relativamente moderada na porcentagem do volume da polpa. As estimativas das combinações do grupo 'Formosa' para a firmeza do fruto foram superiores ao do grupo 'Intermediário', demonstrando que os frutos 'Intermediários' apresentaram médias individuais próximas à média geral.

Para o teor de sólidos solúveis 50% das combinações 'Intermediárias' (Figura 5) apresentaram valores negativos e assim como para os frutos do grupo 'Formosa' para essa mesma característica (Figura 6), apenas as combinações com estimativas acima de 1 apresentaram significância (SS-72/12 x UCLA08-034 e SS-72/12 x UCLA08-053), como também as estimativas abaixo de -1 (SS-72/12 x UCLA08-001). De acordo com o teor de sólidos solúveis das combinações 'Formosa', as combinações SS-72/12 x UCLA08-114, SS-72/12 x UCLA08-012, SS-72/12 x UCLA08-005 e SS-72/12 x UCLA08-013 apresentaram estimativas significativas quando o $°Brix$ foi igual ou superior a um. Para as combinações SS-72/12 x UCLA08-026 e SS-72/12 x UCLA08-028 a perda do teor de sólidos solúveis foi considerável quando as estimativas se apresentaram abaixo de -1, sendo que 50% das estimativas foram negativas.

As combinações SS-72/12 x UCLA08-034 ('Intermediário') SS-72/12 x UCLA08-013 ('Formosa') além de apresentar alta estimativa para as firmezas, também demonstrou alta estimativa para o teor de sólidos solúveis, demonstrando que esta combinação resultou em um híbrido com potencial ao mercado nacional e internacional por apresentar elevadas firmezas e teor de sólidos solúveis, característica esta que está relacionada principalmente ao aceite do consumidor ao

produto. O teor de sólidos solúveis em ambos os grupos ('Intermediários' e 'Formosa') apresentaram estimativas próximas a zero, como também foi observado por Ide et al. (2009) e Barros et al. (2017a). Isso indica que os valores estão próximos à média, não apresentando grande variação entre os genótipos para esta característica, o que poderá vir a ser uma desvantagem na escolha de genótipos com base nos métodos de seleção, já que esta característica pode não apresentar ganhos elevados devido à baixa variação.

Para as características morfológicas do fruto do grupo 'Intermediário' espessura da polpa, comprimento do fruto e diâmetro do fruto apresentaram 44%, 47% e 44% de valores negativos, respectivamente (Figura 5). Para a espessura da polpa (Figura 5) os valores variaram entre -0,21 (SS-72/12 x UCLA08-069) a 0,16 (SS-72/12 x UCLA08-111), cujas combinações acima de 0,13 (SS-72/12 x UCLA08-111, SS-72/12 x UCLA08-126, SS-72/12 x UCLA08-113 e SS-72/12 x UCLA08-038) foram consideradas como significativas. Para o comprimento do fruto (Figura 5), as estimativas variaram entre -1,51 (SS-72/12 x UCLA08-021) a 2,15 (SS-72/12 x UCLA08-038), sendo esta última a única combinação significativa. Para o diâmetro do fruto (Figura 5), apenas a combinação SS-72/12 x UCLA08-060 (0,61) apresentou estimativa significativa positiva, porém as combinações SS-72/12 x UCLA08-126 (0,50) e U SS-72/12 x CLA08-115 (0,40) também demonstraram estimativas relativamente superior às demais combinações. A combinação SS-72/12 x UCLA08-034 (-0,71) também foi a única a apresentar significância para as estimativas negativas.

A espessura da polpa, comprimento e diâmetro do fruto para as combinações do grupo 'Formosa' (Figura 6) apresentaram 53%, 50% e 47% de estimativas negativas, respectivamente. As melhores combinações para a espessura da polpa (Figura 6) foram SS-72/12 x UCLA08-028 (0,29), SS-72/12 x UCLA08-005 (0,19), SS-72/12 x UCLA08-091 (0,16) e SS-72/12 x UCLA08-055 (0,15). Já as menores estimativas observadas foram com as linhagens SS-72/12 x UCLA08-105 (-0,13), SS-72/12 x UCLA08-080 (-0,15), SS-72/12 x UCLA08-097 (-0,23) e SS-72/12 x UCLA08-052 (-0,24). Para o comprimento do fruto ('Formosa'), as combinações SS-72/12 x UCLA08-078 (1,61), SS-72/12 x UCLA08-028 (1,41) e SS-72/12 x UCLA08-105 (1,14) apresentaram as maiores estimativas, com significância apenas para SS-72/12 x UCLA08-078, onde as estimativas negativas de -1,84 (SS-72/12 x UCLA08-012) e -1,96 (SS-72/12 x UCLA08-062) foram

consideradas as menores entre os 30 híbridos 'Intermediários'. Para o diâmetro do fruto ('Formosa'), as combinações SS-72/12 x UCLA08-122 (0,598) e SS-72/12 x UCLA08-096 (0,571) apresentaram valores positivos e significativos, porém sem grandes contribuições, assim como os frutos que apresentaram valores negativos.

As características relacionadas a morfologia do fruto (PF, EP, CF e DF) devem apresentar similaridade com as cultivares já existente no mercado, pois o mercado consumidor exige um padrão de comercialização para o tamanho, peso e forma do fruto, e na cultura do mamoeiro existe grande variação de peso entre genótipos dentro do mesmo grupo heterótico. Como, exemplo, têm-se os híbridos 'UENF/CALIMAN 01' (1200g), 'Tainung' (1500g) e 'UC-10' (1900g), onde as médias podem variar em até mais de 1000g. Desta forma, as características morfológicas das combinações do presente trabalho que se assemelharem às atuais cultivares serão mais aceitas pelo produtor, pois não será necessário gastar insumos com embalagens para o transporte dos frutos das novas cultivares. Para os híbridos 'Intermediários', tem-se como exemplo a cultivar UC-14 (Pereira et al., 2019b), a qual apresenta média de 800g, podendo ser considerada uma referência para este grupo. Os resultados do presente estudo indicam que a maior parte dos híbridos do padrão 'Formosa' se encontram com médias de peso próximo ao híbrido 'Calimosa' e os 'Intermediários' próximos a cultivar UC-14, revelando que o processo de embalagem dos frutos para posterior transporte não seria um obstáculo para diferentes produtores que exportam mamão.

Para a porcentagem da polpa do grupo 'Intermediário', 41% das combinações demonstraram estimativas negativas, onde as combinações SS-72/12 x UCLA08-033, SS-72/12 x UCLA08-001, SS-72/12 x UCLA08-025 e SS-72/12 x UCLA08-126 apresentaram as maiores estimativas com valores acima de 3,57%. As combinações que mais reduziram a porcentagem da polpa foram SS-72/12 x UCLA08-021, SS-72/12 x UCLA08-053, SS-72/12 x UCLA08-069 e SS-72/12 x UCLA08-119, com variação entre -4,15 a -13,07, sendo considerado uma perda significativa da porcentagem da polpa. Verificou-se que para a porcentagem da polpa do grupo 'Formosa', cerca de 40% das combinações com estimativas negativas. As combinações entre 4,2 a 7,5 de porcentagem da polpa foram significativas a 5% ou 1% (SS-72/12 x UCLA08-112, SS-72/12 x UCLA08-028, SS-72/12 x UCLA08-057 e SS-72/12 x UCLA08-037). As combinações com estimativas negativas que demonstraram perda significativa da polpa compreenderam valores

entre -3,64 a -7,55 (SS-72/12 x UCLA08-084, SS-72/12 x UCLA08-080, SS-72/12 x UCLA08-079, SS-72/12 x UCLA08-052, SS-72/12 x UCLA08-097 e SS-72/12 x UCLA08-96).

3.2.5 CONCLUSÃO

As combinações SS-72/12 x UCLA08-034 ('Intermediário') SS-72/12 x UCLA08-013 ('Formosa') apresentaram elevadas firmezas do fruto e da polpa aliado ao alto teor de sólidos solúveis, sendo consideradas as melhores combinações híbridas entre todas avaliadas. Os híbridos H62, H70, H51 ('Intermediários'), H9, H8 e H80 ('Formosa') apresentaram estimativas positivas para as firmezas e teor de sólidos solúveis em relação as heteroses varietais. Estes resultados demonstraram que as linhagens possuem a capacidade de gerar híbridos superiores, e estes, possuem potencial para serem lançados como novas variedades.

3.3 HÍBRIDOS TOPCROSSES EM MAMOEIRO (*CARICA PAPAYA L.*): AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PARA AUMENTO DA QUALIDADE DE FRUTOS EM NOVAS CULTIVARES

3.3.1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya L.*) produz frutos climatéricos, sendo uma das frutas mais populares da América tropical. As principais cultivares são classificadas em grupo ‘Solo’ e ‘Formosa’ (Dias et al., 2011), os quais se diferenciam, principalmente, pelo tamanho do fruto. A produção mundial desta fruta em 2018 chegou ao seu máximo (13.290.320 ton.) desde 1961, com a Índia configurando-se como principal produtor, seguida do Brasil e México. O Brasil apresentou a maior produção em 2006 (1.897.639 ton.) e desde então houve uma queda na produção. Apesar desta queda, o país ainda se firmou como segundo maior produtor mundial de mamão, contribuindo com 8% (1.060.392 ton.) da produção mundial em 2018 (FAOSTAT, 2018), o que resultou no valor de produção de R\$ 927,2 milhões em 27.250ha colhidos (IBGE, 2018).

Com essa redução na produção e o aumento da demanda por frutos com qualidade que atendam às exigências dos consumidores, os programas de melhoramento genético do mamoeiro buscam meios de desenvolver linhagens e híbridos superiores pertencentes ao padrão ‘Solo’ e ‘Formosa’. Além desses padrões convencionais, no Brasil, cultivares com padrão de frutos considerados ‘Intermediários’ têm sido desenvolvidas com o propósito de ampliar as possibilidades de cultivo e de oferta de produto para o consumidor. Como exemplo,

têm-se os híbridos 'Intermediários' UC14 e UC16, os quais apresentam alta qualidade e produtividade superior a cultivares comerciais (Luz et al., 2015; Pereira et al., 2019a).

As novas cultivares de mamoeiro devem apresentar alta qualidade, produtividade, adaptabilidade a diversas regiões e principalmente atender aos requisitos mínimos para serem disponibilizados ao mercado nacional e internacional (Barros et al., 2017b; Pereira et al., 2019c). Essa oferta de frutos ao mercado consumidor é balizada não apenas pela produtividade das cultivares utilizadas nas lavouras comerciais, mas também pelos atributos relacionados a qualidade. Nesse sentido, o peso do fruto e os aspectos morfológicos têm importância nas primeiras etapas da pós-colheita, pois devem atender aos padrões de empacotamento e posterior comercialização; as características físicas como a firmeza do fruto possuem importância no prolongamento do armazenamento do fruto e estão associadas a resistência dos frutos ao transporte a longas distâncias; já as características bioquímicas como o teor de sólidos solúveis são determinantes no aceite do consumidor para o consumo *in natura* e para a produção de produtos industrializados. Desta forma, as novas cultivares devem apresentar alta qualidade dos frutos para poderem ser comercializadas, transportadas e consumidas.

No processo de desenvolvimento de novas cultivares agronomicamente superiores é necessário utilizar populações com alta variabilidade genética, de modo que proporcione a recombinação de diferentes conjuntos de genes (Moore, 2014), obtendo-se genótipos divergentes para um ou mais caracteres, o que proporcionará sucesso com a seleção. Antes da seleção, é fundamental verificar se existe potencial da população à seleção. Desta forma, estimar os parâmetros genéticos como as variâncias e a herdabilidade para confirmar a existência da variabilidade genética torna-se necessária em um programa de melhoramento, o que permitirá realizar inferências da população e prover contribuições para obtenção dos ganhos genéticos (Laviola et al., 2010; Vasconcelos et al., 2020).

O programa UENF/Caliman é considerado o maior programa de melhoramento genético de mamoeiro do Brasil e desde 1996 já lançou 21 cultivares híbridas. Estes híbridos podem atender a demanda do mercado e preferência dos agricultores pelo cultivo de cultivares com frutos de padrão 'Solo', 'Intermediário' e 'Formosa' (Pereira et al., 2018). Uma das formas para obtenção de híbridos é pelo emprego da metodologia de *topcross* desenvolvida por Davis em 1927. Segundo

Qu et al. (2012), nesta metodologia as progênies apresentam grandes chances de exibir heterose, favorecendo a identificação das melhores combinações híbridas. Este método permite a eliminação das linhagens que obtiveram desempenho inferior, tornando mais eficiente o programa de melhoramento genético, aumentando a disponibilidade de híbridos para serem destinados aos plantios comerciais (Numberg et al., 2000).

O conhecimento acerca da performance de híbridos rotineiramente envolve mensurações de várias características para a identificação de genótipos superiores com base na seleção combinada de todas as variáveis de importância econômica. Assim, foram desenvolvidas metodologias de seleção simultânea resultando em um índice, onde a seleção é realizada com base nos valores deste índice (Cruz et al., 2012; Oliveira et al., 2014). Existem diversos métodos e critérios disponíveis para a obtenção do índice de seleção, possuindo formas distintas de seleção de progênies, realizando associação de informações relativas a várias características com as propriedades genéticas da população avaliada (Neves et al., 2011).

Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar 62 híbridos *topcrosses* de mamoeiro quanto aos atributos de qualidade de fruto, bem como selecionar genótipos superiores que atendam os padrões de comercialização, transporte e consumo *in natura*.

3.3.2 REVISÃO

3.3.2.1 Índices de seleção

No melhoramento de plantas, a obtenção de progênies superiores é um processo laborioso, pois muitas das características de interesse são bastante influenciadas pelo ambiente e frequentemente, uma pode se correlacionar com a outra, fazendo com que a seleção em uma característica cause efeito em outra(s) (Cruz et al., 2014). Nos programas de melhoramento, frequentemente é necessária a mensuração de várias características para selecioná-las simultaneamente. Com base neste critério, foi necessário desenvolver índices de seleção, resultando na

combinação de várias características em apenas um índice para cada unidade de seleção, o qual a seleção é realizada com base nos valores destes índices (Cruz et al., 2012; Oliveira et al., 2014).

São vários os métodos disponíveis para a obtenção do índice de seleção, onde, diferentes índices representam formas distintas de seleção de progênes superiores, com a associação das características de interesse agrônomo com o genótipo da população avaliada (Neves et al., 2011). Muitos melhoristas de plantas vêm utilizando o índice de seleção como um critério de seleção eficaz para as diferentes culturas que estão sendo melhoradas, no entanto, cada melhorista irá determinar o índice de seleção apropriado e verificar a sua utilidade no programa de melhoramento (Adsul e Monpara, 2014).

Alguns índices de seleção requerem conhecimento de efeitos fixos, variância e covariâncias (fenotípicas e genéticas) e um conjunto de valores "econômicos". Os valores "econômicos" podem refletir a situação do mercado, referências, resultados retrospectivos ou simplesmente valores fixos (Magnussen, 1991). O índice de seleção pode atingir qualquer objetivo desejado no programa de melhoramento, contudo, quando se deseja atingir o máximo do mérito econômico, o índice pode ser denominado de índice de seleção econômica. Quando a variação genética é aditiva e os pesos econômicos de características que contribuem para o mérito econômico são funções lineares de seu valor genético, o índice de seleção econômica é, por definição, ótimo (Gibson e Kennedy, 1990).

Os primeiros trabalhos abordando índices de seleção em plantas e animais foram realizados por Smith (1936) e Hazel (1943) respectivamente, conforme especificado por Missio et al. (2004). Os índices desenvolvidos pelos autores são baseados na estimação de variâncias e covariâncias genotípicas e fenotípicas, consistindo na combinação linear de várias características de importância econômica (Cruz et al., 2014; Silva et al., 2015). O índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) utiliza a expressão $P^{-1}Ga=b$, onde G é a matriz de variância e covariância genética; a é o vetor $n \times 1$ dos valores dos pesos econômicos para as características; P^{-1} é inversa da matriz $n \times n$ de variâncias fenotípicas e covariâncias entre as n características e b é um vetor $n \times 1$ dos coeficientes de ponderação do índice a serem estimados.

Em 1962, Williams propôs o índice de seleção base, como tentativa de dispensar o uso de matrizes de variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas,

para evitar estimações imprecisas desses componentes. Assim, este índice envolve a combinação linear dos valores fenotípicos para as características avaliadas ponderados pelos respectivos pesos econômicos. (Santos et al., 2007; Cruz et al., 2014). O índice de Williams (1962) seleciona os genótipos por meio da expressão $I = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n = a'X$, onde I é o índice de seleção; a_i é o peso econômico atribuído à característica i ; i recebe valores de 1 ..., n ; a' é o vetor dos pesos econômicos; x_i é a média da característica i , onde i recebe valores de 1, ..., n e X é o vetor das médias das características.

Em 1969, Pesek e Baker sugeriram o uso de ganhos genéticos desejados para substituir os pesos econômicos no cálculo dos índices de seleção (Freitas et al., 2009), pois conforme Teixeira et al. (2012) os valores econômicos mudam constantemente, não sendo possível encontrar valores econômicos para algumas características em seleção. Para o cálculo do índice de seleção sem designar os pesos econômicos, a metodologia de Pesek e Baker (1969) utiliza a média dos genótipos das matrizes de variância e covariância genotípica e fenotípica (Freitas et al., 2009). O índice de Pesek e Baker (1969) utiliza ganhos desejados para a seleção dos genótipos com base na expressão $b = V^{-1}g$, onde g é um vetor $n \times 1$ dos coeficientes de ponderação do índice a serem estimados, V^{-1} é a inversa da matriz de variância e covariância genética.

Em 1978, Mulamba e Mock desenvolveram um índice que não necessita das estimativas de variância e covariância fenotípica e genotípica, como também não atribui pesos econômicos para as características (Cruz et al., 2014). Esse índice classifica os genótipos com base em cada característica e atribui valores absolutos para cada uma e os ranqueiam em ordem de melhor desempenho, sendo essa ordenação somada, o que resulta no índice de seleção. Assim, o genótipo com melhor desempenho será aquele que apresentar a menor soma de valores em relação às várias características (Silva e Viana, 2012; Rodrigues et al., 2017).

3.3.2.2 Aplicações do índice de seleção no melhoramento vegetal

No melhoramento de plantas, os índices de seleção têm auxiliado na indicação de genótipos potenciais para o mercado consumidor em diversas culturas, garantindo altos ganhos de seleção. Em uma população de irmãos-completos de milho-pipoca, Freitas et al. (2014) utilizaram diferentes índices de

seleção e observaram que o índice de Pesek & Baker e de Willians não foram favoráveis para a altura média de plantas e altura média de inserção da primeira espiga. Já o índice de Mulamba e Mock (1978) resultou em baixos valores para tais características, o que é desejável. O índice de Smith & Hazel apresentou ganho para a capacidade de expansão, uma das principais características de interesse agrônômico em milho-pipoca.

Também em milho-pipoca, a utilização de índices de seleção permitiu maiores ganhos na capacidade de expansão e rendimento de grão e ganhos negativos para outras características como o número de espigas mal empalhadas, plantas acamadas e plantas quebradas, cujas variáveis são uma das principais na seleção de progênes. No respectivo trabalho, o índice de Mulamba e Mock (1978) foi o que obteve ganhos preditos mais satisfatórios (Freitas et al., 2009).

Em trabalho com batata doce, Terres et al. (2015) verificaram que o índice de seleção de Smith & Hazel foi o mais adequado para os ganhos de seleção das características agrônômicas em relação à seleção indireta. Também, os índices de seleção obtiveram maior homogeneidade dos ganhos de seleção para todos os caracteres em comparação à seleção direta e os índices utilizados obtiveram maiores ganhos totais, sobressaindo-se o índice multiplicativo de Subandi et al. (1973) e o índice de *ranks* de Mulamba & Mock (1978).

Em estudo com maracujazeiro-azedo, Silva e Viana (2012) verificaram que a utilização de pesos aleatórios (PA) de várias grandezas atribuídos por tentativa foi a melhor alternativa para seleção, predizendo ganhos positivos para as principais características como o número total de frutos, produção total e peso médio de frutos e ganhos indesejáveis para outras características, contudo, eram características de menor importância, onde o índice de Mulamba & Mock (1978) foi o indicado para a seleção de progênes superiores. Neves et al. (2011) também estudando maracujazeiro-azedo, demonstraram que os índices Smith e Hazel, Pesek e Baker, Williams, e Mulamba e Mock foram satisfatórios, pois proporcionam ganhos totais satisfatórios a partir da análise genotípica e fenotípica, onde foram selecionadas 35 famílias para serem recombinadas e dar continuidade ao programa de melhoramento.

Em mamoeiro, os índices de seleção possibilitaram a seleção de genótipos resistentes a podridão do oídio, pinta preta e mancha do phoma em uma população composta por 61 híbridos. Os autores relataram que o índice de Mulamba e Mock

(1978) foi o que apresentou os melhores resultados, o que resultou na seleção de 15 híbridos (Vivas et al., 2011). Silva et al. (2008) selecionaram 30 genótipos em uma população altamente segregante de plantas de mamoeiro, composta por 345 plantas com base na seleção combinada de seis características morfoagronômicas e com base no ganho genético direto e combinado para a produtividade. Os autores relataram baixos ganhos para a produtividade, porém destacaram que com o avanço de geração os ganhos apresentariam incremento.

De acordo com Moreira (2019), a utilização de médias padronizadas utilizando o índice de Smith e Hazel na cultura do mamoeiro foi o mais adequado em relação à utilização de médias não padronizadas ou os valores genotípicos preditos via REML/BLUP. O índice de Mulamba e Mock (1978) apresentou ganhos reduzidos para as características morfoagronômicas, não sendo indicado. Ramos et al. (2014) selecionaram 10 progênies dentre 26 genótipos segregantes pertencentes a diferentes gerações de retrocruzamento de mamoeiro. Os autores concluíram que a padronização das médias foi eficaz para a seleção dos genótipos, indicando 27 progênies para o avanço de gerações, sendo 23 provindas da seleção combinada dentro das 10 progênies superiores e quatro da seleção direta. Pinto et al. (2013) verificaram que a seleção combinada com base nos valores genéticos permitiu a seleção entre progênies e dentro de progênies em um programa de retrocruzamento para a transferência da coloração da casca verde claro para os genitores do híbrido UENF/CLIMAN 01 (JS12 e SS72/12). Conforme os resultados de Cortes et al. (2019), a seleção combinada permitiu a seleção de seis progênies e dentro destas, em uma população segregante $F_{2:3}$.

3.3.3 MATERIAL E MÉTODOS

3.3.3.1 Material genético e delineamento estatístico

Foram avaliados 62 híbridos obtidos a partir do método *topcross*. As linhagens envolvidas nesse *topcross* foram desenvolvidas a partir do cruzamento inicial entre os genótipos UC-Sekati e UC-JS12 (doador de pólen) pertencentes ao grupo 'Formosa', contrastantes para caracteres agronômicos e sensoriais,

provindas do Banco de Germoplasma UENF/CALIMAN (Cortes et al., 2019). Uma planta F₁ obtida deste cruzamento foi autofecundada para dar origem a população F₂, a qual continha cerca de 200 genótipos hermafroditas. A partir da geração F₂, os genótipos foram conduzidos até a geração F₄ pelo método SSD (*Single Seed Descent*). Para a obtenção dos híbridos, 97 linhagens (doadoras de pólen) da geração F₄ foram cruzadas com a linhagem testadora SS-72/12 ('Solo'), gerando os 62 híbridos. Foram utilizados apenas 62 híbridos devido à não germinação das demais 35 combinações híbridas durante o processo de semeio.

Neste capítulo, os 62 híbridos receberam uma nomeação específica para serem identificados e futuramente lançados como cultivar com as respectivas identificações. A nova nomenclatura se encontra no Apêndice A.

O experimento foi conduzido na área experimental da Empresa Caliman Agrícola S.A, localizada no município de Linhares-ES nas coordenadas geográficas entre os paralelos 19° 06' – 19° 18' de latitude sul e entre os meridianos 39° 45' – 40° 19' de longitude oeste. O delineamento utilizado foi o látice 13 x 13 com cinco repetições, onde cada parcela foi composta por duas plantas. Foram utilizadas 10 testemunhas: UC-Sekati, 'UC-10', UC-JS12, Maradol, 'UENF/CALIMAN 01' (Calimosa), 'Tainung', SS-72/12, 'Golden', 'Aliança' e Waimanalo. O espaçamento entre fileiras foi de 3,6 m entre linhas e 1,50 m entre plantas. Devido à taxa de segregação de plantas hermafroditas e femininas na proporção 2:1, foi realizado o plantio de três mudas por cova para linhagens e quatro mudas para os híbridos por apresentarem segregação 1:1, realizando a sexagem após o aparecimento das primeiras flores, deixando apenas uma planta hermafrodita por cova para a condução do experimento.

Durante todas as etapas do experimento, os tratos culturais, adubação, controle de pragas e doenças seguiram os mesmos processos adotados nos plantios comerciais da Empresa Caliman Agrícola S.A.

3.3.3.2 Características avaliadas

Neste trabalho apenas os 62 híbridos do delineamento foram analisados. As seguintes características relacionadas a qualidade dos frutos foram mensuradas em cinco frutos por planta: peso do fruto (PF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura da polpa (EP), firmeza do fruto (FF), firmeza da polpa (FP),

teor de sólidos solúveis (TSS) e porcentagem do volume da polpa (VP). As avaliações foram realizadas em três épocas: 210 (outubro de 2017), 300 (janeiro 2018) e 390 (maio de 2018) dias após o plantio.

A fenotipagem das características CF, DF e EP foi realizada digitalmente conforme Santa-Catarina et al. (2018). A característica EP foi mensurada por meio das ferramentas *Straight* e *Wand*, enquanto as características CF e DF foram mensuradas com os parâmetros *major* e *minor* fornecidos pelo *software* e ImageJ v1.50c.

Para obtenção do PF, foi utilizada uma balança analítica. As características FF e FP foram mensuradas com base na resistência a penetração, cujos valores foram expressos em Newtons. Para FF foram realizadas três perfurações em pontos equidistantes na região equatorial. Para a FP, os frutos foram cortados transversalmente em duas faces iguais e três perfurações equidistantes na polpa foram realizadas. Em ambas as firmezas foi utilizado um Penetrômetro Digital de Bancada (*Fruit Pressure Tester*, Italy, Modelo 53205) com adaptador de 3,0 x 0,5 cm (altura x diâmetro). Para mensurar a variável TSS, foi utilizado um refratômetro portátil Atago N1 cujos valores são expressos em °Brix. Para isso, o suco foi retirado a partir da pressão manual de uma amostra da polpa na região mediana do fruto.

Para obtenção do %VP foi necessário o cálculo do volume da cavidade ovariana (VCO), volume do fruto (VF) e volume de polpa (VP). O VCO e VF foram calculados utilizando as mensurações dos comprimentos, diâmetros do fruto e da cavidade ovariana seguindo a fórmula $V_e = \pi(L \times D^2/6)$, em que V_e é o volume estimado, L é o comprimento e D o diâmetro, conforme descrito por Santa-Catarina et al. (2018) adaptado de Koc (2007). VP foi estimado pela diferença entre VF e VCO. O %VP foi obtido pela expressão $(VP \times 100)/VF$.

3.3.3.3 Parâmetros genéticos e análise de médias

Inicialmente foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade para as oito características com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2013). Conforme Cruz et al. (2014) quando a multicolinearidade apresenta o número de condição (NC) < 100 é considerada fraca; 100 < NC < 1.000: moderada a severa e NC ≥ 1.000: severa.

Os dados das oito características foram submetidos a análise de variância com o auxílio do software SAS Studio, módulo “PROC GLM”, conforme o seguinte modelo:

$$Y = \mu + R_{(j)} + B/R_{(k)(j)} + G_{(i)} + e_{ijk}$$

Onde: μ = Constante geral; $R_{(j)}$ = efeito da j-ésima repetição \sim NID (0, σ^2_r); $B/R_{(k)(j)}$ = efeito do k-ésimo bloco dentro da j-ésima repetição \sim NID (0, σ^2_b); $G_{(i)}$ = efeito do i-ésimo tratamento \sim NID (0, σ^2_t); e_{ijk} = erro experimental \sim NID (0, σ^2).

As significâncias dos quadrados médios foram testadas pelo teste F ($p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$). As variáveis que apresentaram diferenças significativas foram submetidas ao teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2013). A linhagem Waimanalo foi excluída do teste de médias por se tratar de uma contaminação de sementes.

Para os parâmetros genéticos, os seguintes estimadores foram utilizados:

Herdabilidade: $h^2 = \left(\frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} \right)$

Coeficiente de variação genético: $CV_{g(\%)} = \left(\frac{100 \sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}} \right)$

Coeficiente de variação experimental: $CV_{e(\%)} = \left(\frac{100 \sqrt{\sigma^2}}{\bar{X}} \right)$

Índice de variação: $Iv_{(\%)} = \left(\frac{CV_g}{CV_e} \right)$

3.3.3.4 Índices de seleção

Para a obtenção dos ganhos genéticos foram utilizados os índices de seleção de Mulamba e Mock (1978), o índice Clássico de Smith (1936) e Hazel (1943), o proposto por Pesek e Baker (1969) e o índice de Williams (1962). Os seguintes pesos econômicos (PE) foram atribuídos por tentativas: PF (5), FF (150), FP (150), TSS (150), EP (50), CF (50), DF (50) e %VP (250). Utilizou-se também os coeficientes de variação genético (CVg) das características como pesos econômicos: PMF (9,58), FF (1,76), FP (2,74), TSS (3,48), EP (3,69), CF (5,04), DF (3,25), %VP (4,12). Os ganhos de seleção foram obtidos com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2013), com uma pressão de seleção de 13%.

As características VCO, VF e VP não foram utilizadas nas análises, pois foram avaliadas apenas para a obtenção da porcentagem do volume da polpa e devido à multicolinearidade elevada acarretada pelos volumes na matriz de correlação fenotípica.

3.3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.4.1 Multicolinearidade e parâmetros genéticos

A multicolinearidade entre as características avaliadas foi considerada fraca de acordo com Cruz et al. (2014), com o número de condição abaixo de 100. A análise da multicolinearidade é necessária para se alcançar estimativas precisas dos parâmetros genéticos e índices de seleção. Caso não seja realizada, os coeficientes estimados poderiam não ser confiáveis para análise multivariada (Ferreira et al., 2005). De acordo com Cruz et al. (2014), se a multicolinearidade for considerada moderada a severa entre o conjunto de variáveis pode ocasionar a difícil interpretação destas sobre a resposta na variável principal. No presente trabalho, a estimativa da multicolinearidade demonstrou-se fraca por não apresentar correlações acima de 0,80 e apenas uma característica com VIF acima de 10,0. Esses dois fatores (r e VIF) são os principais responsáveis pelo aumento da multicolinearidade (Alin, 2010).

Tabela 1 - Diagnóstico da multicolinearidade das oito características em 62 híbridos *topcrosses* de *C. papaya*.

Características	$r \geq 0,80$	VIF $\geq 10,0$	NC $(\lambda_{\max}/\lambda_{\min})$	Determinante da matriz	Multicolinearidade
8	0	1	60,08	0,0064	Fraca

r : coeficiente de correlação; VIF: fator de inflação da variância; NC: número de condição da matriz de correlação.

A Tabela 2 representa a análise de variância para as oito características relacionadas a qualidade dos frutos e suas respectivas significâncias dos quadrados médios pelo teste F, como também, estão expressos os valores dos parâmetros genéticos para as linhagens, híbridos e testemunhas. Como o foco do trabalho são os 62 híbridos *topcrosses*, apenas eles serão considerados. Todas as características apresentaram significância ($p < 0,05$ e/ou $p < 0,01$) e apenas a firmeza do fruto e o teor de sólidos solúveis não apresentaram diferença significativa para $p < 0,01$. Isto demonstra a existência de variabilidade entre os 62 híbridos para todas as características, fornecendo indícios para a seleção por apresentarem divergências entre os tratamentos.

As características peso do fruto, comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa e porcentagem do volume da polpa apresentaram herdabilidade acima de 0,60, sendo consideradas relativamente altas. A firmeza do fruto, firmeza da polpa e o teor de sólidos solúveis apresentaram herdabilidade reduzidas em relação às demais características, com estimativas abaixo de 0,50. A herdabilidade é considerada um parâmetro genético que se refere a proporção genética da variância total, a qual estão incluídas as variâncias de natureza genotípica e ambiental (Allard, 1971). Desta forma, a herdabilidade indica a confiabilidade do valor fenotípico como um guia ao valor genotípico (Falconer, 1987). De acordo com Resende (2002), as estimativas da herdabilidade são consideradas baixas quando $h^2 < 0,15$; média $h^2 > 0,15$ e $< 0,50$ e alta quando $h^2 > 0,50$.

As características relacionadas aos atributos morfológicos do fruto (PF, CF, DF, EP) e a porcentagem do volume da polpa exibiram herdabilidades acima de 0,50, indicando que estas características apresentariam sucesso no processo de seleção. As moderadas herdabilidades para as características físico-químicas (FF, FP e TSS) também indicam a possibilidade de exibirem ganhos no processo de seleção, contudo em menor grau. Cortes et al. (2019) ao analisarem 30 progênies $F_{2:3}$ de mamoeiro, as quais deram origem a população parental F_4 deste trabalho, observaram baixas magnitudes da herdabilidade ($h^2 < 0,15$) para o peso do fruto, firmeza do fruto, firmeza da polpa e para o diâmetro do fruto, enquanto o teor de sólido solúveis e o comprimento do fruto apresentaram moderadas herdabilidades ($h^2 > 0,15$ e $< 0,50$). Barros et al. (2017b) analisaram linhagens e híbridos comerciais de mamoeiro e verificaram que os genótipos pertencentes ao grupo 'Solo'

apresentaram alta herdabilidade ($h^2 > 0,50$) para as características relacionadas a morfologia do fruto (PF, CF, DF e EP) e para o teor de sólidos solúveis. Os genótipos do grupo 'Formosa' exibiram os mesmos resultados, porém o diâmetro do fruto apresentou magnitude de 0,17, divergindo do presente trabalho. As divergências encontradas no presente trabalho com os mencionados anteriormente indicam que todas as oito características avaliadas podem ter sucesso na seleção dos genótipos, contudo, principalmente, fatores não genéticos atuam fortemente na expressão dessas características, alterando o sucesso da seleção para cada uma.

O CV_g variou de 1,76% para a firmeza do fruto a 9,57% para o peso do fruto, o que demonstra a existência de variação genética entre os híbridos, fator necessário para a realização da seleção. O CV_g é utilizado como inferência à variância genética, auxiliando na seleção de genótipos superiores (Barros et al., 2016; Melo et al., 2016). O peso do fruto apresentou o maior CV_g (9,57%), demonstrando que esta característica poderá contribuir para obtenção dos maiores ganhos genéticos na seleção dos híbridos em relação as outras. Apesar das características físicas (FF e FP) apresentarem os menores CV_g , ocorreram diferenças entre os genótipos, conforme observado na Tabela 2. Ramos et al. (2012) também observaram os mesmos resultados para as firmezas de fruto e polpa entre 32 progênies segregantes de mamoeiro. Estes resultados indicam que os genótipos apresentam baixa dispersão em torno da média, conforme especificado por Vettorazzi et al. (2021).

As estimativas dos CV_e alcançaram baixas magnitudes para todas as características, variando de 2,75% para a firmeza do fruto a 11,60% para o peso do fruto, o que caracteriza alta precisão experimental. Segundo Dias et al. (2011), estimativas abaixo de 20% são indícios de boa precisão experimental na cultura do mamoeiro. Os autores observaram que para peso do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto e teor de sólidos solúveis, os CV_g variaram entre 11,40 a 31,16%, onde o peso do fruto apresentou magnitude superior a 20%, indicando que esta característica sofre maior influência ambiental em relação as outras. Por outro lado, Dantas et al. (2015) observaram valores acima de 30% para as firmezas do fruto e polpa. Os autores atribuíram estas alterações a natureza poligênica das características, tornando-as altamente influenciadas pelo ambiente. A natureza poligênica, bem como o tipo de população avaliada, delineamento experimental ou genético e os efeitos ambientais, explicam as divergências dos parâmetros

genéticos entre os trabalhos mencionados. Cortes et al. (2018) inferiram que as metodologias de fenotipagem também alteram as variâncias e as estimativas dos parâmetros genéticos.

Nenhuma das oito características demonstraram I_v acima da unidade, com variação das magnitudes entre 0,59 a 0,87%. As três características que apresentaram as menores herdabilidades (FF, FP e TSS), também exibiram os menores índices de variação, o que é esperado, uma vez que a herdabilidade depende da variabilidade genética presente na população. O índice de variação (I_v) representa a razão entre o coeficiente de variação genotípico e fenotípico (CV_g/CV_e), desta forma, quanto mais próximo a 1,0 maiores chances da característica apresentar sucesso na seleção. De acordo com Resende e Duarte (2007), o I_v (%) é mais preciso do que o CV_e , pois este estimador leva em consideração o número de repetição e a variância ambiental. As características relacionadas a morfologia do fruto e porcentagem do volume da polpa apresentaram I_v (%) próximos a unidade, enquanto as características físico-químicas exibiram I_v (%) abaixo de 0,70. Divergências destes resultados foram observados por Ramos et al. (2014), onde o teor de sólidos solúveis apresentou magnitude acima de 0,90 e o diâmetro do fruto apresentou a menor (0,55). Moreira et al. (2018a) verificaram que o peso do fruto apresentou estimativa superior a unidade, como também as características teor de sólidos solúveis e espessura da polpa apresentaram magnitudes acima de 0,70.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância e estimativas dos parâmetros genéticos para oito características relacionadas a qualidade dos frutos de mamoeiro: Peso do fruto (PF_(g)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), espessura da polpa (EP_(cm)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS_(°Brix)) e porcentagem do volume da polpa (%VP). em 62 híbridos de *C. papaya*.

Fonte de variação	Quadrado Médio								
	GL	PF	CF	DF	EP	FF	FP	TSS	%VP
Rep	4	300686,05**	1,65 ^{ns}	2,01**	0,17**	209,94**	198,82**	2,27 ^{ns}	48,29*
Bloco/Rep	60	102651,76**	4,06 ^{ns}	0,58*	0,05 ^{ns}	59,00*	45,17 ^{ns}	1,84 ^{ns}	23,78*
Genótipos	168	293343,80**	35,19**	2,09**	0,25**	112,61**	78,49**	3,54**	98,82**
Linhagens	96	291935,09**	20,62**	2,39**	0,22**	144,92**	71,31**	2,70*	51,06**
Híbridos	61	63704,17**	5,40**	0,68**	0,06**	56,90*	49,34**	1,87*	55,60**
Testemunhas	9	293092,87**	14,84**	1,94**	0,22**	21,05 ^{ns}	149,28**	0,30 ^{ns}	30,67 ^{ns}
EG	2	4721290,35**	1665,64**	1,16 ^{ns}	7,44**	34,31 ^{ns}	1457,28**	100,94**	5085,12**
Resíduo	612	54935,45	3,15	0,40	0,04	40,53	35,40	1,54	15,71
Resíduo Híbridos		20306,20	1,49	0,24	0,02	33,61	25,31	1,21	13,26
H²		0,68	0,72	0,65	0,63	0,41	0,49	0,35	0,76
CV_g		9,57	5,04	3,25	3,69	1,76	2,74	3,47	4,12
CV_e		11,60	5,93	4,03	4,63	2,75	3,92	5,85	4,72
Iv		0,82	0,85	0,81	0,80	0,64	0,70	0,59	0,87

** e *: Significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.; ns: não significativo; H² herdabilidade; CV_g: coeficiente de variação genético; CV_e: coeficiente de variação experimental; Iv: índice de variação.

3.3.4.2 Análise de médias

A análise de médias das características analisadas no presente estudo evidencia diferenças significativas entre híbridos e testemunhas, resultando na formação de no mínimo dois grupos para a firmeza do fruto, firmeza da polpa e teor de sólidos solúveis e no máximo sete grupos para o comprimento do fruto, com base no agrupamento de médias de Scott-Knott (Tabela 3).

Os híbridos que serão selecionados devem atender os requisitos não apenas do mercado consumidor, como também a demanda dos produtores e/ou empresas que realizam todos os processos de produção. Os frutos devem possuir principalmente diâmetro e comprimento adequado para a embalagem na *packing house*, necessitando atender aos padrões para cada grupo heterótico, incluindo os 'Intermediários'. Frutos com diâmetro e comprimento muito elevado que não aderirem ao padrão, não serão destinados a comercialização, principalmente a exportação devido ao seu tamanho.

O peso do fruto apresentou alta variação entre as médias dos tratamentos, o que resultou na formação de cinco grupos (Tabela 3). O primeiro grupo foi inserida apenas a linhagem Maradol (2173,75 g), enquanto o segundo grupo reuniu as testemunhas 'Tainung' (1629,90 g) e 'UC-10' (1585,80 g) também pertencentes ao grupo 'Formosa'. O terceiro grupo e maior foi formado por 36 híbridos com médias entre 985,33 (UCHJ16-011) a 1273,28 g (UCHJ16-033) e as testemunhas UC-JS12, UC-Sekati e o híbrido 'UENF/CALIMAN 01'. Todas as testemunhas com padrão 'Solo' foram agrupadas em um mesmo grupo com as médias de 601,39 g ('Aliança'), 397,83 g ('Golden') e 391,40 g (SS-72/12). Para o comprimento do fruto, os genótipos foram inseridos em seis grupos. O primeiro grupo foi formado pelas linhagens Maradol (26,32 cm) e o híbrido 'Tainung' (25,82 cm), ambos pertencentes ao grupo 'Formosa'. Em contrapartida, as linhagens 'Aliança', 'Golden' e SS-72/12, apresentaram as menores médias com os valores 14,35, 12,81 e 11,99 cm, respectivamente. Estas três últimas linhagens junto ao híbrido UCHJ16-014 também apresentaram o menor diâmetro do fruto, com médias inferiores a 8,47 cm, enquanto a linhagem Maradol apresentou a maior média (11,57 cm) diferindo significativamente de todos os tratamentos restantes.

Tabela 3 - Médias aritméticas de oito características relacionadas a qualidade dos frutos, agrupadas pelo teste de Scott-Knott de 71 genótipos de *C. papaya*.

Tratamento	Médias das características							
	PF	CF	DF	EP	FF	FP	TSS	%VP
UCHJ16-001	828,75 d	17,22 e	9,18 d	2,34 c	127,76 b	86,28 a	10,03 b	77,83 a
UCHJ16-007	886,48 d	15,88 e	9,48 d	2,45 c	124,49 b	79,03 b	11,49 a	77,65 a
UCHJ16-008	898,60 d	18,16 d	9,25 d	2,37 c	121,35 b	81,60 b	10,87 a	76,91 a
UCHJ16-009	844,92 d	15,95 e	9,33 d	2,25 d	124,04 b	86,06 a	10,90 a	69,82 c
UCHJ16-010	808,63 d	16,61 e	9,08 d	2,36 c	125,19 b	80,87 b	10,91 a	77,61 a
UCHJ16-011	985,33 c	18,56 d	9,63 c	2,39 c	134,09 a	89,39 a	9,92 b	74,67 b
UCHJ16-012	1151,72 c	20,00 c	10,20 b	2,73 b	136,99 a	87,17 a	8,83 b	80,50 a
UCHJ16-013	932,56 d	18,16 d	9,25 d	2,42 c	126,37 b	86,01 a	10,97 a	78,42 a
UCHJ16-014	708,50 d	16,33 e	8,47 e	2,10 d	135,53 a	83,03 b	12,08 a	77,17 a
UCHJ16-015	899,00 d	17,41 d	9,37 d	2,27 d	128,71 a	85,62 a	11,17 a	71,82 b
UCHJ16-016	1045,94 c	18,00 d	9,53 c	2,40 c	127,58 b	88,09 a	10,76 a	76,80 a
UCHJ16-017	1013,17 c	20,07 c	9,18 d	2,55 c	122,08 b	74,42 b	10,71 a	75,19 b
UCHJ16-018	885,17 d	17,71 d	9,00 d	2,30 c	130,21 a	81,74 b	11,06 a	74,69 b
UCHJ16-019	832,36 d	16,96 e	9,11 d	2,20 d	125,47 b	84,82 a	10,89 a	70,77 c
UCHJ16-002	1066,67 c	17,64 d	9,93 c	2,45 c	127,06 b	79,97 b	11,44 a	72,56 b
UCHJ16-020	989,27 c	19,22 c	9,31 d	2,46 c	124,19 b	78,88 b	11,68 a	73,40 b
UCHJ16-021	1105,53 c	18,64 d	9,72 c	2,29 d	131,02 a	81,43 b	10,42 b	68,09 c
UCHJ16-022	966,43 d	18,36 d	8,78 d	2,21 d	128,71 a	83,71 a	12,05 a	68,74 c
UCHJ16-023	1205,17 c	19,42 c	10,16 b	2,67 b	123,56 b	81,84 b	10,27 b	74,81 b
UCHJ16-003	1265,13 c	19,00 c	10,19 b	2,55 c	131,81 a	84,17 a	11,07 a	73,12 b

Tabela 3 – Cont.

Tratamento	Médias das características							
	PF	CF	DF	EP	FF	FP	TSS	%VP
UCHJ16-024	1117,33 c	19,59 c	9,80 c	2,57 c	125,85 b	89,46 a	10,43 b	77,16 a
UCHJ16-025	946,58 d	16,72 e	9,71 c	2,43 c	132,83 a	86,62 a	11,30 a	74,50 b
UCHJ16-026	988,08 c	19,29 c	9,06 d	2,34 c	130,22 a	87,46 a	11,21 a	74,06 b
UCHJ16-027	1005,73 c	16,87 e	9,89 c	2,52 c	126,65 b	84,33 a	10,75 a	72,67 b
UCHJ16-028	1125,33 c	19,45 c	9,95 c	2,52 c	126,45 b	78,86 b	9,80 b	75,35 b
UCHJ16-029	1021,75 c	18,27 d	9,50 c	2,48 c	125,58 b	82,18 b	11,14 a	72,53 b
UCHJ16-030	940,56 d	18,40 d	9,23 d	2,17 d	129,46 a	85,21 a	10,33 b	66,97 c
UCHJ16-031	1022,60 c	18,96 c	9,57 c	2,45 c	127,11 b	86,33 a	11,29 a	73,47 b
UCHJ16-032	1027,02 c	18,75 d	9,56 c	2,44 c	126,27 b	86,55 a	10,19 b	76,58 a
UCHJ16-033	1273,28 c	19,09 c	9,46 d	2,36 c	124,88 b	81,47 b	10,74 a	68,82 c
UCHJ16-034	920,00 d	17,81 d	9,12 d	2,39 c	131,70 a	86,73 a	11,39 a	74,64 b
UCHJ16-035	961,60 d	17,26 e	9,75 c	2,45 c	122,90 b	82,42 b	11,80 a	76,00 a
UCHJ16-036	1068,94 c	19,92 c	9,31 d	2,36 c	129,50 a	80,53 b	11,60 a	73,12 b
UCHJ16-037	1104,32 c	18,45 d	9,92 c	2,37 c	120,99 b	80,18 b	9,33 b	67,74 c
UCHJ16-038	1186,50 c	18,76 d	10,07 b	2,35 c	129,54 a	86,41 a	11,61 a	67,68 c
UCHJ16-039	938,80 d	17,86 d	9,31 d	2,35 c	126,00 b	83,97 a	10,45 b	73,62 b
UCHJ16-040	1176,36 c	18,43 d	10,36 b	2,52 c	120,67 b	76,78 b	10,61 b	67,67 c
UCHJ16-004	1080,20 c	19,49 c	9,23 d	2,41 c	124,62 b	84,15 a	11,18 a	72,13 b
UCHJ16-041	917,24 d	17,60 d	9,22 d	2,40 c	126,83 b	85,81 a	11,25 a	74,95 b
UCHJ16-042	934,52 d	18,60 d	9,39 d	2,33 c	133,84 a	83,89 a	10,81 a	73,93 b
UCHJ16-043	1127,76 c	18,67 d	10,30 b	2,63 b	125,93 b	83,47 a	10,53 b	73,71 b

Tabela 3 – Cont.

Tratamento	Médias das características							
	PF	CF	DF	EP	FF	FP	TSS	%VP
UCHJ16-044	1104,16 c	19,92 c	9,51 c	2,42 c	128,06 a	81,00 b	10,12 b	70,96 c
UCHJ16-045	1220,80 c	18,72 d	10,23 b	2,40 c	122,92 b	79,48 b	10,50 b	63,47 d
UCHJ16-046	1133,47 c	18,90 c	9,62 c	2,29 d	133,49 a	91,04 a	9,50 b	69,11 c
UCHJ16-047	943,80 d	17,71 d	9,29 d	2,44 c	128,49 a	86,07 a	11,10 a	74,32 b
UCHJ16-048	1009,58 c	17,82 d	9,90 c	2,31 c	130,10 a	78,88 b	10,25 b	71,10 c
UCHJ16-049	1037,34 c	20,08 c	9,30 d	2,33 c	126,97 b	85,85 a	9,82 b	72,36 b
UCHJ16-050	988,73 c	17,96 d	9,63 c	2,51 c	122,91 b	76,03 b	10,46 b	74,14 b
UCHJ16-051	1066,89 c	19,69 c	9,87 c	2,56 c	125,91 b	75,52 b	10,52 b	81,04 a
UCHJ16-052	1015,04 c	18,73 d	9,63 c	2,49 c	125,76 b	83,76 a	9,99 b	75,90 a
UCHJ16-005	990,58 c	16,62 e	9,58 c	2,32 c	125,78 b	83,72 a	11,66 a	71,03 c
UCHJ16-053	1156,47 c	19,34 c	9,71 c	2,52 c	128,04 a	81,15 b	11,85 a	73,81 b
UCHJ16-054	965,76 d	17,78 d	9,68 c	2,48 c	121,57 b	78,75 b	10,54 b	74,24 b
UCHJ16-055	1028,50 c	17,75 d	9,53 c	2,43 c	126,08 b	80,64 b	11,02 a	73,10 b
UCHJ16-056	899,46 d	15,82 e	9,11 d	2,14 d	128,82 a	80,44 b	10,72 a	58,25 e
UCHJ16-057	1272,67 c	19,23 c	10,36 b	2,51 c	120,77 b	80,55 b	11,86 a	68,43 c
UCHJ16-058	747,54 d	16,25 e	8,75 d	2,16 d	127,38 b	82,26 b	12,06 a	72,72 b
UCHJ16-059	948,38 d	17,19 e	9,83 c	2,53 c	127,47 b	83,16 b	10,80 a	78,36 a
UCHJ16-006	1060,92 c	18,52 d	9,20 d	2,34 c	135,73 a	90,69 a	11,51 a	73,42 b
UCHJ16-060	785,75 d	16,68 e	9,05 d	2,22 d	128,44 a	86,27 a	10,99 a	75,70 b
UCHJ16-061	894,96 d	16,87 e	9,35 d	2,40 c	128,34 a	84,66 a	11,43 a	76,53 a
UCHJ16-062	953,08 d	18,43 d	9,32 d	2,42 c	121,21 b	84,40 a	10,43 b	77,64 a

Tabela 3 – Cont.

Tratamento	Médias das características							
	PF	CF	DF	EP	FF	FP	TSS	%VP
UC-Sekati	1228,30 c	20,15 c	10,41 b	2,51 c	127,42 b	89,67 a	9,14 b	78,66 a
‘UC-10’	1585,80 b	23,18 b	10,24 b	2,91 a	131,46 a	90,24 a	10,00 b	78,78 a
UC-JS12	1251,37 c	24,00 b	9,11 d	2,50 c	131,99 a	94,36 a	10,50 b	77,76 a
Maradol	2173,75 a	26,32 a	11,57 a	3,09 a	122,23 b	81,28 b	9,90 b	75,33 b
‘UENF/CALIMAN 01’	1204,54 c	18,98 c	9,74 c	2,42 c	121,45 b	89,63 a	9,90 b	68,85 c
‘Tainung’	1629,90 b	25,82 a	10,68 b	2,62 b	130,52 a	89,20 a	8,80 b	73,17 b
SS-72/12	391,40 e	11,99 g	7,46 f	1,79 e	120,87 b	80,94 b	10,78 a	75,37 b
‘Golden’	397,83 e	12,81 g	7,27 f	1,71 e	130,12 a	83,45 a	10,04 b	77,18 a
‘Aliança’	601,39 e	14,35 f	8,35 e	2,05 d	134,26 a	79,91 b	10,15 b	80,54 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Peso do fruto (PF_(g)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), espessura da polpa (EP_(cm)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS_(°Brix)) e porcentagem do volume da polpa (%VP).

Híbridos com peso do fruto variando entre 700g a 1900g, com diâmetro do fruto entre 9 a 10 cm e comprimento do fruto entre 19 a 21cm são considerados adequados para o mercado consumidor, de acordo com as descrições dos híbridos realizadas por Pereira et al. (2018). Os híbridos avaliados no presente trabalho apresentaram padrão pertencentes ao grupo 'Formosa' (>1000g) e 'Intermediários' (>700 <1000g), os quais também possuem valor econômico agregado para o comércio. Como exemplo, Pereira et al. (2019a) desenvolveram a cultivar UC14, com variação do peso do fruto entre 750 a 800 gramas.

A classificação dos frutos de mamoeiro em dois grupos ('Solo' e 'Formosa') é subjetiva quando a população apresenta alta variabilidade em relação ao peso e as características relacionadas ao formato do fruto (comprimento e diâmetro). Para que isso não ocorra, estas características devem apresentar consistência para a classificação dos genótipos entre os grupos 'Solo' e 'Formosa' por meio do agrupamento das médias em grupos distintos (Dias et al., 2011). O presente trabalho apresentou os mesmos resultados, com alta variação entre os híbridos para as três características (PF, CF e DF). Conforme a Tabela 3, verifica-se consistência para a classificação dos híbridos em 'Solo' e 'Formosa', visto que as linhagens SS-72/12, 'Golden' e 'Aliança' pertencentes ao grupo 'Solo' divergiram de todos os híbridos para as características peso do fruto, comprimento do fruto e diâmetro do fruto. Apenas o híbrido UCHJ16-014 não divergiu da testemunha 'Aliança' para o diâmetro do fruto, porém este híbrido é considerado 'Intermediário'. As três características citadas tornaram-se, neste trabalho, as responsáveis pela classificação dos frutos.

Com base na característica espessura da polpa, verificou-se a inserção dos genótipos em cinco grupos distintos. O primeiro grupo foi formado pela linhagem Maradol (3,09 cm) e o híbrido 'UC-10' (2,91 cm). No terceiro e maior grupo foram agrupados 48 híbridos e 3 testemunhas (UC-Sekati, UC-JS12 e 'UENF/CALIMAN 01') com médias variando entre 2,30 (UCHJ16-018) a 2,52 cm (UCHJ16-040). Os menores valores foram observados para as testemunhas 'Golden' (1,71 cm) e SS-72/12 (1,79 cm), ambas do grupo 'Solo'. Resultados semelhantes foram observados para o peso do fruto conforme especificado anteriormente.

Como esperado, as testemunhas do grupo 'Solo' apresentaram as menores espessuras da polpa, enquanto os genótipos do grupo 'Formosa' apresentaram as maiores médias para essa característica. De acordo com Reis et al. (2015), a

espessura da polpa está associada positivamente ao rendimento do fruto. Desta forma, frutos que apresentam maiores espessura de polpa possuem redução da cavidade ovariana e conseqüentemente maior será o volume ocupado pela polpa. Oliveira et al. (2010) relataram que frutos com espessura de polpa elevada também tendem a apresentar aumento da firmeza do fruto. Este resultado não foi observado no presente trabalho, pois as linhagens 'Golden' e 'Aliança' pertencentes ao grupo 'Solo' apresentaram as menores espessuras de polpa associado a alta firmeza do fruto.

A firmeza do fruto resultou na formação de dois grupos. No primeiro grupo encontram-se distribuídos 24 híbridos, estes, por sua vez, apresentaram firmeza superior as testemunhas UC-Sekati, SS-72/12, Maradol e ao híbrido 'UENF/CALIMAN 01'. As médias para este grupo variaram entre 128,04 (UCHJ16-053) a 136,99 N (UCHJ16-012). O segundo grupo apresentou a menor média (120,67 N) para o híbrido UCHJ16-040, não diferindo estatisticamente dos 38 híbridos que apresentaram firmeza do fruto abaixo de 128 N. Para a firmeza da polpa, os genótipos também foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo apresentou médias variando de 83,45 ('Golden') a 94,36 (UC-JS12). No segundo grupo foram inseridos 30 híbridos, com firmeza da polpa variando de 74,42 (UCHJ16-017) a 83,16 N (UCHJ16-059).

A firmeza do fruto geralmente varia entre 100 a 150 N para os frutos com padrão 'Intermediário' e 'Formosa'; já a firmeza da polpa comumente varia de 50 a 100 N no estágio 1 de maturação. A indicação de híbridos de acordo com a firmeza deverá considerar a distância de transporte dos frutos, pois frutos para a exportação deverão apresentar firmezas mais elevadas, com valores entre 125 a 135 N para firmeza do fruto e de 80 a 90 N para a firmeza da polpa. Para o comércio nacional, as firmezas medianas entre os valores citados podem ser ideais, tais como 110 a 125 N e 70 a 80 N para a firmeza do fruto e polpa, respectivamente. As médias apresentadas na Tabela 3 demonstram que todos os híbridos exibiram potencial para o transporte a longas (grupo a) e pequenas distâncias (grupo b) para ambas as firmezas.

De acordo com Ramos et al. (2010), o elevado teor de sólidos solúveis do fruto é importante para o consumo *in natura* e para a indústria, pois proporcionam maior sabor e rendimento no preparo de produtos industriais. Geralmente o teor de sólidos solúveis em mamão varia de 6 a 15° Brix, onde valores acima de 10° Brix

podem ser considerados como adequados para a indicação de novas variedades. Desta forma, para o teor de sólidos solúveis, os genótipos foram dispostos em dois grupos. O primeiro grupo foi formado por 39 híbridos e o parental SS-72/12, sendo a única testemunha inserida neste grupo. As médias para este grupo não diferiram entre si, onde os valores variaram de 10,71 (UCHJ16-017) a 12,08° Brix (UCHJ16-014). Para o segundo grupo não houve diferença significativa entre os genótipos que apresentaram médias entre 8,80 ('Tainung') a 10,61° Brix (UCHJ16-040).

No presente trabalho, algumas cultivares comerciais, como os híbridos 'Tainung' e 'UENF/CALIMAN 01' apresentaram médias inferiores a 10° Brix. Outros trabalhos relataram que as cultivares comerciais 'Golden' e 'Tainung' também apresentaram teor de sólidos solúveis abaixo de 10° Brix (Dias et al., 2011; Pereira et al., 2019a; Pereira et al., 2019b). Carvalho et al. (2020) observaram para estas duas linhagens ('Golden' e 'Tainung') médias superiores a 12° Brix, porém os frutos deste trabalho foram avaliados no estágio 5 de maturação, o que proporcionou altos valores para o °Brix. De acordo com Dantas et al. (2015), o teor de sólidos solúveis pode variar conforme as condições ambientais, tratos culturais, épocas de colheitas e, principalmente, conforme o estágio de maturação. Isto significa que apesar de todos os híbridos apresentarem médias inferiores a 13° Brix neste trabalho, ocorrerá o aumento deste até o último estágio de maturação.

O aumento dos sólidos solúveis durante a maturação em frutos de mamoeiro está relacionado a perda da rigidez da polpa por meio da degradação da parede celular ocasionada pela ação de enzimas que atuam nos polissacarídeos que a constituem (Fabi et al., 2014). Gomez et al. (2002) acrescentam que o aumento dos sólidos solúveis durante o amadurecimento do fruto está associado a síntese de açúcares a partir de uma fonte de carbono, a qual pode ser disponibilizada após a degradação da parede celular. Os autores sugerem que a galactose pode ser a principal responsável pela síntese de sacarose durante o amadurecimento dos frutos, pois ocorre redução deste açúcar na parede celular durante o amadurecimento dos frutos. Hasan et al. (2018) verificaram um decréscimo da firmeza do fruto do estágio quatro ao seis decorrente do aumento significativo do teor de sólidos solúveis. Basulto et al (2009) observaram os mesmos resultados, porém a maior mudança foi vista entre o estágio três e quatro.

Em relação a porcentagem do volume da polpa, quanto maior for a porcentagem, menor será a cavidade ovariana e maior será a aceitação do fruto. A

variação da porcentagem do volume da polpa em frutos de mamoeiros compreende os valores de 50 a 95%. Frutos com porcentagem do volume da polpa acima de 70% podem ser considerados adequados à comercialização. Assim, para o rendimento de polpa, cinco grupos foram formados. Um total de 16 híbridos e cinco testemunhas (UC-Sekati, 'UC-10', UC-JS12, 'Golden' e 'Aliança') foram inseridos no primeiro grupo, o qual apresentou variação de médias entre 75,90 (UCHJ16-051) a 81,04% (UCHJ16-052). No segundo e maior grupo foram agrupados 30 híbridos e três testemunhas (SS-72/12, Maradol e 'Tainung'), com médias entre 71,82% (UCHJ16-015) e 75,70% (UCHJ16-060). O menor e último grupo foi formado apenas pelo híbrido UCHJ16-056, com média de 58,25%, valor bastante reduzido em relação aos demais genótipos. Com base nesses resultados, 46 híbridos pertencentes ao primeiro e segundo grupo formados pelo teste de médias apresentaram porcentagem do volume da polpa acima de 70%. Estes híbridos foram classificados em 'Formosa' e 'Intermediários', os quais também apresentaram elevadas firmezas e teor de sólidos solúveis, sendo estes fortes candidatos à seleção.

3.3.4.3 Ganhos de seleção

Os índices de seleção resultaram em ganhos totais positivos para todos os critérios utilizados, com variação entre 2,86 a 25,44% (Tabela 4). Contudo, os ganhos totais não significam que a seleção foi eficiente, pois algumas características como a firmeza do fruto e polpa, teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa, as quais consistem nos principais indicadores de qualidade do fruto, apresentaram ganhos negativos nos índices com as maiores porcentagens de ganhos conjuntos.

Para a seleção dos híbridos superiores e estimação do ganho genético quatro índices foram testados. Com relação ao índice de Smith e Hazel (Tabela 4) pode-se observar ganhos totais positivos para os critérios dos CVg (15,58%) e dos pesos econômicos (12,25%). Apesar dos ganhos em conjunto serem positivos, o teor de sólidos solúveis contribuiu com ganhos negativos para ambos os critérios, ao passo que ganhos negativos foram observados para a firmeza do fruto (-0,91%), firmeza da polpa (-1,10%) e porcentagem do volume da polpa (-4,48%) ao utilizar o CVg como peso. Ressalta-se que a maior colaboração para o ganho total

utilizando o CVg foi o peso do fruto (13,95%) e para a porcentagem do volume da polpa quando se utilizou os pesos econômicos, com porcentagem de 3,29% de ganho genético.

Tabela 4 - Estimativas dos ganhos de seleção (%) para as 8 características relacionadas a qualidade de fruto avaliadas em 62 híbridos *topcrosses* de *C. papaya*.

	Smith e Hazel		Pesek e Baker		Mulamba e Mock		Williams	
	CVg	PE	CVg	PE	CVg	PE	CVg	PE
PF	13,95	2,15	4,35	4,88	11,56	-2,54	14,35	5,51
CF	2,79	2,68	3,19	3,12	4,75	-0,15	3,56	1,90
DF	3,91	0,04	1,36	1,69	3,57	-0,33	4,14	1,45
EP	1,76	1,44	1,85	2,43	4,15	0,59	2,95	1,65
FF	-0,91	1,02	-0,76	-0,99	0,19	1,57	-0,27	1,63
FP	-1,10	2,84	-1,42	-1,65	0,02	2,18	-0,59	2,97
TSS	-0,31	-1,20	1,10	1,35	-0,13	0,52	-0,52	-1,41
%VP	-4,48	3,29	-1,23	-0,68	1,34	3,02	-2,83	1,69
Total	15,58	12,25	8,45	10,14	25,44	2,86	20,79	15,39

Peso do fruto (PF_(g)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), espessura da polpa (EP_(cm)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS_(°Brix)) e porcentagem do volume da polpa (%VP). CVg e PE: critérios com base no coeficiente de variação genético e com base pesos econômicos arbitrários, respectivamente.

O índice de Smith e Hazel (Tabela 4), para o critério dos CVg, não propiciou ganhos para as características físico-químicas e de rendimento de polpa, apenas para as características relacionadas a morfologia do fruto observou-se ganhos positivos. Conforme Moreira et al. (2018b), existe forte correlação positiva entre o peso do fruto, espessura da polpa, diâmetro e comprimento do fruto. Ademais, Reis et al. (2015) encontraram ausência de correlação positiva significativa entre as características morfológicas (PF, CF, DF, EP) e físico-químicas (FF, FP e TSS). A ausência de correlação entre os dois grupos de características mencionadas justifica os resultados encontrados no presente trabalho, pois as características morfológicas obtiveram sucesso na seleção decorrente do decréscimo na porcentagem do ganho de seleção das características físico-químicas. Assim, este

critério (CVg) não é recomendado para a seleção de híbridos. O critério dos pesos econômicos (PE) apresentou ganho negativo para o teor de sólidos solúveis, fato que reflete os baixos valores das herdabilidades e índices de variação apresentados pelas características físico-químicas, o que contribuiu para os ganhos reduzidos.

Conforme o índice de Pesek e Baker (Tabela 4), observa-se ganhos totais positivos de 8,45% para o critério CVg e 10,14% quando se utilizou dos pesos econômicos, com redução no ganho para a firmeza do fruto (-0,99%), firmeza da polpa (-1,95%) e porcentagem do volume da polpa (-0,68%). Esta redução dos ganhos de seleção resultará em genótipos que não atenderão às exigências do mercado consumidor. De acordo com Ide et al. (2009), as firmezas são consideradas um gargalo para a comercialização de frutos, pois no decorrer do transporte para outras regiões, principalmente entre estados, podem ocorrer injúrias, inviabilizando a comercialização. Para Hasan et al. (2018), a firmeza decresce principalmente devido à maturação dos frutos, o que ocasionaria redução da rigidez com posteriores perdas. As demais variáveis apresentaram ganhos positivos, onde o peso do fruto contribuiu com a maior parte do ganho em conjunto com aumento de 4,35% para o CVg e 4,88% para os pesos econômicos.

As firmezas têm importância primordial em todas as fases de produção dos frutos de mamão, pois após a colheita, os frutos são preparados para o transporte a outras regiões do país ou mesmo para a exportação. Assim, as firmezas necessitam apresentar valores relativamente altos para que os frutos não sofram injúrias durante o transporte ou que amadureçam rapidamente antes de chegar ao seu destino. Segundo Jayathunge et al. (2014), o manuseio inadequado durante a colheita, empacotamento, armazenamento limitado e transporte, associados à incidência de doenças são os principais fatores que colaboram para perdas na pós-colheita.

O presente trabalho realizou as mensurações no estágio 1 de maturação, tornando os resultados confiáveis e com firmezas adequadas para indicar potenciais híbridos para comercialização nacional e internacional, já que em estádios acima deste, os frutos já apresentam redução considerável na firmeza, o que ocasionaria perdas durante o transporte conforme mencionado.

O índice de Mulamba e Mock predito (Tabela 4) apresentou ganho conjunto positivo utilizando tanto o CVg (25,4%) quanto os pesos econômicos (2,86%), com

ganhos individuais positivos para as principais características relacionadas a qualidade do fruto (FF, FP, TSS e %VP) e ganhos negativos para o teor de sólidos solúveis (-0,13%) quando se utilizou o critério do CVg. O critério dos pesos econômicos apresentou redução no ganho das características relacionadas a morfologia do fruto, porém com aumento àquelas relacionadas aos atributos físico-químicos e de porcentagem do volume da polpa. O contrário foi observado quando se empregou o CVg como peso. Apenas o índice de Mulamba e Mock utilizando os pesos econômicos apresentou ganhos positivos para firmeza do fruto e polpa, teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa. Os demais índices e critérios de peso apresentaram pelo menos um ou mais ganhos negativos para estas.

Os resultados referentes a aplicação do índice de Mulamba e Mock (Tabela 4) indicaram que a seleção pode ser favorável para a obtenção de frutos com maior qualidade para a maioria das características de interesse, como o teor de sólidos solúveis, firmeza de fruto, firmeza da polpa e porcentagem do volume da polpa. Ganhos genéticos positivos para o teor de sólidos solúveis e para a firmeza do fruto é uma das principais dificuldades no melhoramento visando a qualidade dos frutos em mamoeiro. Segundo Moreira et al. (2018b), existe correlação negativa entre o teor de sólidos solúveis e a firmeza do fruto, tanto em frutos do grupo 'Solo' quanto do grupo 'Formosa'. Tais resultados, reforçam a dificuldade em selecionar frutos com alto teor de sólidos solúveis associado a uma firmeza elevada em ambos os grupos heteróticos de *C. papaya*.

Ao atribuir pesos equivalentes para as firmezas (FF e FP) e teor de sólidos solúveis, é possível obter híbridos com ganhos genéticos positivos para as três características, mesmo apresentando correlação negativa. Este fato deve-se a ponderação de maiores pesos para as características que apresentaram baixa variação genotípica (FF, FP e TSS), o que pode ser visto como uma das vantagens da utilização dos índices de seleção, pois conforme os parâmetros genéticos, estas características não apresentariam ganhos satisfatórios.

O índice de Williams (Tabela 4) utilizando o critério CVg como peso indicou que a seleção resultaria em híbridos com redução nas firmezas, no teor de sólidos solúveis e na porcentagem do volume da polpa decorrente do aumento das características relacionadas a morfologia dos frutos, onde o peso do fruto apresentou mais da metade da contribuição total do ganho de seleção (14,35%).

De acordo com os resultados, este índice não foi considerado adequado para a seleção de híbridos superiores. Para o critério dos pesos econômicos, a seleção seria favorável para obtenção de frutos com elevadas firmezas, porém apresentariam teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa inferior a outros índices utilizados, como o de Mulamba e Mock.

Ao utilizar os CVg como peso, nota-se que o peso do fruto foi a característica de maior contribuição para o ganho total em todos os índices utilizados (Tabela 4), seguido da espessura da polpa, comprimento e diâmetro do fruto. Este resultado está fortemente associado às magnitudes dos CVg, ou seja, ao utilizar os valores de CVg como peso para obtenção dos índices, a seleção dos híbridos favorecerá as características que apresentarem maior variação genotípica e desfavorecerá as características com baixas estimativas desse parâmetro.

Analisando-se os ganhos genéticos e a importância de cada característica na seleção de híbridos que tenham qualidade adequada ao mercado consumidor, o índice de seleção de Mulamba e Mock utilizando o critério dos pesos econômicos se sobressaiu aos demais índices por apresentar ganhos positivos para as firmezas, teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa. Apesar da redução dos ganhos para peso do fruto (-2,54), comprimento do fruto (-0,15) e diâmetro do fruto (-0,33) a porcentagem para os dois últimos foi mínima. Além disso, é importante ressaltar que mesmo com ganhos negativo para o PF, haverá aumento na porcentagem do volume da polpa, uma das variáveis mais importantes nos programas de melhoramento do mamoeiro. Diversos trabalhos em diferentes culturas têm relatado a superioridade do índice de Mulamba e Mock no alcance dos melhores ganhos de seleção (Freitas et al., 2009; Neves et al., 2011; Silva e Viana, 2012; Terres et al., 2015), corroborando com o presente estudo.

O índice de Mulamba e Mock na cultura do mamoeiro foi utilizado apenas por Vivas et al. (2012) para selecionar híbridos resistentes a mancha do phoma, pinta-preta e ao oídio. Este índice apresentou eficiência na seleção entre 67 híbridos, o qual se sobressaiu aos índices de Smith e Hazel, Pesek e Baker e Williams, corroborando com o presente trabalho. A utilização destes índices na seleção de híbridos superiores para as características relacionadas a qualidade dos frutos é inédita e possibilitou indicar os pesos econômicos adequados à seleção.

Os oito híbridos selecionados no presente trabalho (Tabela 5), foram superiores para os atributos relacionados a qualidade de fruto, apresentam frutos

com pesos variando de padrão 'Intermediário' (entre 700 a 1000g) a padrão 'Formosa' (acima de 1000g), o que permitirá ao produtor a possibilidade de escolha conforme a demanda do mercado. O comprimento e diâmetro do fruto apresentaram-se próximos a híbridos já comercializados nacionalmente e internacionalmente (ex: híbrido 'UENF/CALIMAN 01'), o que não acarretará dificuldades na comercialização em consequência de seu tamanho. Como os híbridos apresentam elevada firmeza, podem ser indicados tanto para o comércio local como para a exportação. O teor de sólidos solúveis mesmo no estágio 1 apresentou elevada média, o qual ainda aumentará durante a maturação, o que contribuirá para a maior aceitação dos mesmos ao mercado. Todos os híbridos selecionados apresentaram porcentagem do volume da polpa superior a 70%, o que indica as grandes chances de serem utilizados para o consumo *in natura*, bem como de forma processada.

Ocasionalmente, cultivares são substituídas por outras que apresentam superioridade para uma ou mais características ou quando as atuais não suprem as mudanças e demandas do mercado consumidor. Desta forma, o presente trabalho contribuirá para a disponibilização de novas cultivares híbridas que possuam alta qualidade dos frutos. A indicação final dos híbridos será realizada após a avaliação da produtividade, um dos atributos mais importantes na recomendação de cultivares para o mercado consumidor.

Tabela 5 - Híbridos selecionados com base no índice de Mulamba e Mock (1978) utilizando como critério os pesos econômicos atribuídos por tentativas.

Híbridos	Média das características							
	PF	CF	DF	EP	FF	FP	TSS	%VP
UCHJ16-014	708,50	16,33	8,47	2,10	135,53	83,03	12,08	77,17
UCHJ16-034	920,00	17,81	9,12	2,39	131,70	86,73	11,39	74,64
UCHJ16-006	1060,92	18,52	9,20	2,34	135,73	90,69	11,51	73,42
UCHJ16-026	988,08	19,29	9,06	2,34	130,22	87,46	11,21	74,06
UCHJ16-013	932,56	18,16	9,25	2,42	126,37	86,01	10,97	78,42
UCHJ16-012	1151,72	20,00	10,20	2,73	136,99	87,17	8,83	80,50
UCHJ16-025	946,58	16,72	9,71	2,43	132,83	86,62	11,30	74,50
UCHJ16-016	1045,94	18,00	9,53	2,40	127,58	88,09	10,76	76,80
X _s	969,28	18,10	9,32	2,39	132,12	86,98	11,00	76,19
X _o	1006,90	18,19	9,52	2,40	127,23	83,25	10,84	73,28

Peso do fruto (PF_(g)), comprimento do fruto (CF_(cm)), diâmetro do fruto (DF_(cm)), espessura da polpa (EP_(cm)), firmeza do fruto (FF_(Newtons)), firmeza da polpa (FP_(Newtons)), teor de sólidos solúveis (TSS^{°Brix}) e porcentagem do volume da polpa (%VP). X_o: média da população original, X_s: média da população selecionada.

3.3.5 CONCLUSÃO

As características físico-químicas estavam mais sujeitas aos efeitos ambientais por apresentarem as menores estimativas para a herdabilidade e índice de variação, o que resultou em reduzidos ganhos genéticos quando se utilizou os coeficientes de variação genotípica como pesos. Os 62 híbridos foram classificados em 'Intermediários' e 'Formosa', com qualidade para serem destinados ao comércio local e internacional. Entre os índices utilizados, o de Mulamba e Mock utilizando os pesos econômicos atribuídos por tentativas foi o método que apresentou superioridade na indicação dos melhores genótipos, permitindo a seleção de oito híbridos (UCHJ16-014, UCHJ16-034, UCHJ16-006, UCHJ16-026, UCHJ16-013, UCHJ16-012, UCHJ16-025 e UCHJ16-016), os quais apresentaram ganhos satisfatórios para a firmeza do fruto e polpa, teor de sólidos solúveis e porcentagem do volume da polpa. Assim, os híbridos apresentam características morfológicas e

físico-químicas que se adequam ao mercado nacional e internacional, bem como uma possível opção para substituição de genótipos com padrão 'Intermediário' e 'Formosa' nos campos de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acquaah, G. (2012) Principles of Plant Genetics Breeding. 2. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell 756p.
- Adsul, H.R., Monpara, B.A. (2014) Genetic variability and selection indices for improving seed yield in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Electronic Journal of Plant Breeding* 5(4): 807-811.
- Alin, A. (2010). Multicollinearity. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics* 2 370-374
- Allard, R.W. (1971) Princípios do melhoramento genético das plantas. 1.ed. São Paulo: Editora Blucher LTDA, 381p.
- Alwin, D.F., Hauser, R.M. (1975) The decomposition of effects in path analysis. *American Sociological Review* 40:37-47.
- Anwar, M., Rasul, M.G., Ashwath, N. (2018) Production optimization and quality assessment of papaya (*Carica papaya*) biodiesel with response surface methodology. *Energy Conversion and Management* 156: 103-112.
- Anwar, M., Rasul, M.G., Ashwath, N. (2019) The synergistic effects of oxygenated additives on papaya biodiesel binary and ternary blends. *Fuel* 256: 115980.
- Araújo, L.F., Almeida, W.S., Bertini, C.H.C. de M., Vidal Neto, F. das C., Bleicher, E. (2012) Correlations and path analysis in components of fiber yield in cultivars

of upland cotton. *Bragantia* 71: 328-335.

Araújo, F.S., Carvalho, C.R., Clarindo, W.R. (2010) Genome size, base composition, and karyotype of *Carica papaya* L. *The Nucleus* 53(1-2): 25-31.

Aravind, G., Bhowmik, D., Duraivel, S., Harish, G. (2013) Tradicional and medicinal uses of *Carica papaya*. *Journal of Medicinal Plants Studies* 1 (1): 7-15.

Arumuganathan, K., Earle, E.D. (1991) Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Molecular Biology Reporter* 9(3): 208-218.

Aslam, M., Sohail, Q., Maqbool, M.A., Ahmad, S., Shahzad, R. (2017) Combining ability analysis for yield traits in diallel crosses of maize. *Journal of Animal and Plant Sciences* 27: 136-143.

Azeez, M.A., Morakinyo, J.A. (2014) Combining ability studies and potential for oil quality improvement in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 20: 1-8.

Balbino, J.D.S., Costa, A.F.S. (2003) Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do “grupo solo” e padrão de qualidade. In: Martins, D. D. S., Costa, A. D. *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: INCAPER, p. 389-402.

Barros, G.B.A., Aredes, F.A.S., Ramos, H.C.C., Santa-Catarina, R., Pereira, M.G. (2017a) Capacidade combinatória de linhagens recombinadas de mamoeiro oriundas de retrocruzamento para conversão sexual. *Revista Ciência Agronômica* 48(1): 166-174.

Barros, F.L.S., Kuhlcamp, K.T., Arantes, S.D., Moreira, S.O. (2017b) Productivity and quality of ‘Formosa’ and Solo papaya over two harvest seasons. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 52: (8).

Basulto, F., SauriDuch, E., Espadas, F.G., Plaza, R.D., Saavedra, A.L., Santamaría, J.M. (2009) Postharvest ripening and maturity indices for Maradol papaya. *Interciencia* 34(8): 583-588.

Bhardwaj, R.L., Nandal, U. (2015) Papaya cultivation brought socio-economic and nutritional security in Sirohi tribals of Rajasthan, India-A case study. *Asian Journal of Dairy and Food Research* 34(1): 44-48.

- Bi, Y., Li, W., Xiao, J., Lin, H., Liu, M., Liu, M., Luan, X., Zhang, B., Xie, X., Guo, D., Lai, Y. (2015) Heterosis and combining ability estimates in isoflavone content using different parental soybean accessions: Wild soybean, a valuable germplasm for soybean breeding. *PLoS One* 10: 1-13.
- Birchler, J.A., Yao, H., Chudalayandi, S. (2006) Unraveling the genetic basis of hybrid vigor. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(35): 12957-12958.
- Borém, A., Miranda, G. V. (2013) *Melhoramento de plantas*. 6. ed. Viçosa: UFV, 523p.
- Boxriker, M., Möhring, J., Piepho, H.P. (2018) Genetic and phenotypic correlation for breeding relevant traits in *Dianthus caryophyllus* L. *Postharvest Biology and Technology* 143: 129-136.
- Bruce, A.B. (1910) The mendelian theory of heredity and the augmentation of vigor. *Science* 32(827): 627-628.
- Cardoso, D.L., Luz, L.N. da., Macêdo, C.M.P. de., Gonçalves, L.S.A., Pereira, M.G. (2014) Heterosis in papaya: inter and intragroup analysis. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 610-619.
- Cardoso, D.L., Vivas, M., Pinto, F.O., Viana, A.P., Amaral Júnior, A.T.D., Pereira, M.G. (2017) Diallel mixed-model analysis of papaya fruit deformities. *Ciência Rural* 47(5): e20151553.
- Carr, D.E., Dudash, M.R., Bayliss, M.W. (2003) Recent approaches into the genetic basis of inbreeding depression in plants. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science* 358: 1071-1084.
- Carvalho, C.G.P., Oliveira, V.R., Cruz, C.D., Casali, V.W.D. (1999) Path analysis under multicollinearity in green pepper. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34(4): 603-613.
- Carvalho, E.D.M.L., Reis, R.C., Borges, V.P., Ledo, C. A.S., Araújo, E.S., Dantas, J.L.L. (2020) Physicochemical and sensory properties of papaya fruits of elite lines and hybrids. *Semina: Ciências Agrárias* 41: 121-130.

- Chan, Y.K. (2009) Breeding papaya (*Carica papaya* L.). *In*: Jain, S. M., Priyadarshan, P. M. *Breeding plantation tree crops: Tropical species*. 1. ed. New York: Springer p. 121-159.
- Cortes, D.F.M., Santa-Catarina, R., Azevedo, A.O.N., Poltronieri, T.P.D.S., Vettorazzi, J.C.F., Moreira, N.F., Ferregueti, G.A., Ramos, H.C.C., Viana, A.P., Pereira, M.G. (2018) Papaya recombinant inbred lines selection by image-based phenotyping. *Scientia Agricola* 75: 208-215.
- Cortes, D.F.M., Santa-Catarina, R., Vettorazzi, J.C.F., Ramos, H.C.C.R., Viana, A.P., Pereira, M.G. (2019) Development of superior lines of papaya from the 'Formosa' group using the pedigree method and REML/Blup procedure. *Bragantia* 78: 350-360.
- 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 mamoeiro: Tecnologias de produção*. 1. ed. Vitória: INCAPER, p. 59-101.
- Crow, J.F. (1948) Alternative Hypotheses of Hybrid Vigor. *Genetics* 33: 477-487.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J. (1997) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2nd ed., Editora UFV, Viçosa, 390p.
- Cruz, C. D. (2005) Princípios de genética quantitativa. 1. ed. Viçosa: UFV, 394p.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J., Carneiro, P. C. S. (2012) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4. ed. Viçosa: UFV, 514p.
- Cruz, C.D. (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy* 35:271-276.
- Cruz, C. D., Carneiro, P. C. S., Regazzi, A. J. (2014) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed., Viçosa: UFV, 668p.
- Daher, R.F., Pereira, A. Vander., Menezes, B.R. da S., Cassaro, S., Novo, A.A.C., Furlani, E.P., do Amaral Júnior, A.T., Pereira, M.G., Stida, W.F., Vidal, A.K.F. (2018) Canonical correlations among morpho-agronomic and chemical traits in

hybrids between elephant grass and millet. *Australian Journal of Crop Science* 12: 210-216.

Dantas, J. L. L. (2000) Cultivares, *In: Trindade, A. V. Mamão, Produção: aspectos técnicos*. Brasília: EMBRAPA, p. 11-14.

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

Dantas, J.L.L., Lucena, R.S., Vilas Boas, S.A. (2015) Avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37: 138-148.

Davis, R. L. 1927. Report of the plant breeder. *Agricultural Experiment Station: Puerto Rico*: 14-15.

Davenport, C.B. (1908) Degeneration, albinism and inbreeding. *Science* 28(718): 454-455.

Del Conte, M.V., Carneiro, P. C.S., Resende, M.D.V., Da Silva, F.L., Peternelli, L.A. (2020) Overcoming collinearity in path analysis of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] grain oil content. *PLoS ONE* 15(5), 1-15.

Dewey, D.R., Lu, K.H. (1959) A Correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production . *Agronomy Journal* 51: 515-518.

Dias, N.L.P., Oliveira, E.J., Dantas, J.L.L. (2011) Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46(11): 1471-1479.

Dias, F.S., Silva, F.C.S., Gomes, R.S., da Silva, D.C., Soares, D.A., Rosa, D.P., da Silva, A.F. (2017) Path analysis in fruits of the buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) in populations from the Brazilian Middle North Region. *Tree Genetics and Genomes* 13(6).

- Duarte, I.D.A., Ferreira, J.M., Nuss, C.N. (2003) Potencial discriminatório de três testadores em "topcrosses" de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38(3): 365-372.
- Dvorjak, D.S., Unêda-Trevisoli, S.H., Leite, W.S., Da Silva, A.J., Da Silva, F.M., Di Mauro, A.O. (2019) Correlations and path analysis in soybean progenies with resistance source to cyst nematode (race 3). *Comunicata Scientiae* 10(1).
- East, E.M. (1936) Heterosis. *Genetics* 21(4): 375-397.
- Evans, E.A., Ballen, F.H. (2012) An Overview of Global Papaya Production, Trade and Consumption. Electronic Data Information Source (EDIS) FE981. *University of Florida*, Gainesville.
- Fabi, J.P., Broetto, S.G., Da Silva, S.L.G.L., Zhong, S., Lajolo, F.M., Do Nascimento, J.R.O. (2014) Analysis of papaya cell wall-related genes during fruit ripening indicates a central role of polygalacturonases during pulp softening. *PLoS One* 9(8):e105685.
- Fagundes, G.R., Yamanishi, O.K. (2001) Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo'solo'comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23(3): 541-545.
- Falconer D.S. (1987) Introdução à genética quantitativa. 2. ed. Viçosa: UFV, 279p.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020) <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em: 17 jan. de 2020.
- Fasoula, D.A., Fasoula, V.A. (1997) Gene action and plant breeding. *Plant Breeding Reviews* 15: 315-374.
- Fellahi, Z.E.A., Hannachi, A., Bouzerzour, H. (2018) Analysis of Direct and Indirect Selection and Indices in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Segregating Progeny. *International Journal of Agronomy*
- Ferrão, R.G., Ferreira, A., Cruz, C.D., Cecon, P.R., Ferrão, M.A.G., Da Fonseca, A.F.A., Carneiro, P.C.D.S., Da Silva, M.F. (2008) Inter-trait relations for direct and indirect selection in coffee. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8: 271-278.

- Ferreira, A., Cecon, P.R., Cruz, C.D., Ferrão, R.G., Silva, M.F.D., Fonseca, A.F.A.D., Ferrão, M.A. G. (2005) Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: 1189-1195.
- Fioravanço, J.C., Paiva, M.C., Carvalho, R.I.N., Manica, I. (1992) Qualidade do mamão 'Solo' comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. *Revista Ciência Agronômica* 27(1): 67-71.
- Fioravanço, J.C., Paiva, M.C., Carvalho, R.D., Manica, I. (1994) Características do mamão 'Formosa' comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. *Ciência Rural* 24(3): 519-522.
- Freitas Júnior, S.P., Amaral Júnior, A.T., Rangel, R.M., Viana, A.P. (2009) Predição de ganhos genéticos na população de milho pipoca UNB-2U sob seleção recorrente utilizando-se diferentes índices de seleção. *Semina: Ciências Agrárias* 30(4): 813-814.
- Freitas, I.L.J., Amaral Junior, A.T., Viana, A.P., Pena, G.F., Cabral, P.S., Vittorazzi, C., Silva, T.R.C. (2014) Ganho genético avaliado com índices de seleção e com REML/Blup em milho-pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48(11): 1464-1471.
- Fu, D., Xiao, M., Hayward, A., Fu, Y., Liu, G., Jiang, G., Zhang, H. (2014a) Utilization of crop heterosis: a review. *Euphytica* 197(2): 161-173.
- Fu, D., Xiao, M., Hayward, A., Jiang, G., Zhu, L., Zhou, Q., Li, J., Zhang, M. (2014b) What is crop heterosis: new insights into an old topic. *Journal of Applied Genetics* 56: 1-13.
- Gallon, C.Z., Broetto, S.G., Silva, D.M. (2009) Atividade da celulase e β -galactosidase no estudo da firmeza da polpa de mamões 'Golden' e 'gran Golden'. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31(4): 1178-1183.
- Gibson, J.P., Kennedy, B.W. (1990) The use of constrained selection indexes in breeding for economic merit. *Theoretical and Applied Genetics* 80: 801-805

- Gomes, G.P., Gonçalves, L.S., Junior, C.V.D., Roberto, S.R. (2016) Fruit plants registration and protection in Brazil from 1998 to 2015: a review. *Agronomy Science and Biotechnology* 1(2): 62-67.
- Gomez, M., Lajolo, F., Cordenunsi, B. (2002) Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. *Journal of Food Science* 67: 442-447.
- Gramaje, L. V., Caguiat, J.D., Enriquez, J.O.S., dela Cruz, Q.D., Millas, R.A., Carampatana, J.E., Tabanao, D.A.A. (2020) Heterosis and combining ability analysis in CMS hybrid rice. *Euphytica* 216: 1-22.
- Gopal, J. (1998) Heterosis and combining ability analysis for resistance to earlyblight (*Alternaria solani*) in potato. *Potato research*, 41(4): 311-317.
- Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B., Carena, M.J. (2010) Quantitative genetics in maize breeding. 3. ed. New York: Springer, 663p.
- Härdle, W.K., Simar, L. (2015) Applied multivariate statistical analysis. 4. ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 580p.
- Hardoon, D.R., Shawe-Taylor, J. (2011) Sparse canonical correlation analysis. *Mach Learn* 83: 331-353.
- Hasan, F.H., Tajidin, N.E., Ahmad, S.H., Mohamed, M.T.M., Shukor, N.I.A. (2018) Ripening characteristics of vapour heat treated 'Frangi' papaya (*Carica papaya* L. cv. Frangi) as affected by maturity stages and ethylene treatment. *Bragantia* 77: 372-384.
- Hazel, H. N. (1943) The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28(6): 476-490.
- Hill, W.G. (2013) Genetic Correlation. *Elsevier Inc.*, 237-239p.
- Hotelling, H. (1992) Relations between two sets of variates. *Biometrika* 28(3): 321-377.
- Hsu, T.H., Gwo, J.C., Lin, K.H. (2012) Rapid sex identification of papaya (*Carica papaya*) using multiplex loop-mediated isothermal amplification (mLAMP). *Planta* 236(4): 1239-1246.

- Huang, M., Chen, L. yun., Chen, Z. qiang. (2015) Diallel analysis of combining ability and heterosis for yield and yield components in rice by using positive locus. *Euphytica* 205: 37-50.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2015_v42_br.pdf> _Acesso em: 17 jan. de 2020.
- Ide, C.D., Pereira, M.G., Viana, A.P., Pereira, T.N.S. (2009) Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 9: 60-66.
- Jayathunge, K.G.L.R., Gunawardhana, D.K.S.N., Illeperuma, D.C.K., Chandrajith, U.G., Thilakarathne, B.M.K.S., Fernando, M.D., Palipane, K. (2014). Physico-chemical and sensory quality of fresh cut papaya (*Carica papaya*) packaged in micro-perforated polyvinyl chloride containers. *Journal of food science and technology* 51: 3918-3925.
- Jiménez, V.M., Mora-Newcomer, E., Gutiérrez-Soto, M.V. (2014) Biology of the papaya plant. *In: Ming, R., Moore, P. H. Genetics and Genomics of Papaya*. New York: Springer, p. 17-33.
- Jones, D.F. (1917) Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 3(4): 310-312.
- Kader, A.A. (1999) Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae* 485: 203-208.
- Kaepler, S. (2012) Heterosis: many genes, many mechanisms—end the search for an undiscovered unifying theory. *International Scholarly Research Network*.
- Koc, A.B. (2007) Determination of watermelon volume using ellipsoid approximation and image processing. *Postharvest Biology Technology* 45: 366-371.
- Katrutsa, A., Strijov, V. (2017) Comprehensive study of feature selection methods to solve multicollinearity problem according to evaluation criteria. *Expert Systems with Applications* 76: 1-11.
- Krongyut, W., Srilaong, V., Uthairatanakij, A., Wongs-Aree, C., Esguerra, E.B., Kanlayanarat, S. (2011) Physiological changes and cell wall degradation in papaya

- fruits cv.'KaekDum' and 'RedMaradol'treated with 1-methylcyclopropene. *International Food Research Journal* 18(4): 1251-1259.
- Laviola, B.G., Rosado, T.B., Bhering, L.L., Kobayashi, A.K., Resende, M.D.V.D. (2010) Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 1117-1123.
- Lee, S.H., Choi, S. (2007) Two-dimensional canonical correlation analysis. *IEEE Signal Processing Letters* 14: 735-738.
- Lleras, C. (2004) Path Analysis. *Encyclopedia of Social Measurement* 3: 25-30.
- Luz, L.N., Pereira, M.G., Barros, F.R., Barros, G.D.B., Ferreguetti, G.A. (2015) Novos híbridos de mamoeiro avaliados nas condições de cultivo tradicional e no semiárido Brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37: 159-171.
- Luz, L.N., Vettorazzi, J.C.F., Santa-Catarina, R., Barros, F.R., Barros, G.B.A., Pereira, M.G., Cardoso, D.L. (2018a) Sensory acceptance and qualitative analysis of fruits in papaya hybrids. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 90: 3693-3703.
- Luz, L.N., Santa-Catarina, R., Barros, G.B., Barros, F.R., Vettorazzi, J.C.F., Pereira, M.G. (2018b) Adaptability and stability of papaya hybrids affected by production seasonality. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 18(4): 357-364.
- Mackay, I.J., Cockram, J., Howell, P., Powell, W. (2020) Understanding the classics: the unifying concepts of transgressive segregation, inbreeding depression and heterosis and their central relevance for crop breeding. *Plant Biotechnology Journal* 1-9.
- Magnussen, S. (1990) Selection index: economic weights for maximum simultaneous genetic gain. *Theoretical and applied genetics* 79(3): 289-293.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2021). <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php> . Acesso em: 17 fev. de 2021.
- Marin, S.L.D., Pereira, M.G., Do Amaral, A.T., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2006a) Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Scientia Agricola* 63: 540-546.

- Marin, S. L. D., Pereira, M. G., do Amaral Júnior, A. T., Martelleto, L. A. P., Ide, C. D. (2006b) Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 6(1): 24-29.
- Melo, C.A.F., Souza, M.M., Viana, A.P., Santos, E.A., Souza, V.O., Corrêa, R.X. (2016) Morphological characterization and genetic parameter estimation in backcrossed progenies of *Passiflora* L. for ornamental use. *Scientia Horticulturae* 212: 91-103.
- 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.
- Ming, R., Yu, Q., Moore, P.H. (2007) Sex determination in papaya. *Seminars in Cell & Developmental Biology* 18(3): 401-408.
- Ming, R., Hou, S., Feng, Y., Yu, Q., Dionne-Laporte, A., Saw, J.H., Alam, M., et al. (2008) The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus). *Nature* 452: 991-996.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., Vining, G.G. (2012) *Introduction to linear regression analysis*. 5. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 672p.
- Moore, P.H. (2014) Phenotypic and Genetic Diversity of Papaya. In: Moore, P. H., Ming, R. *Genetics and Genomics of Papaya*. New York: Springer, p. 35-45.
- Morais, P.L.D., Silva, G.G., Menezes, J.B., Maia, F.N., Dantas, D.J., Júnior, R. (2007) Pós-colheita de mamão híbrido 'UENF/CALIMAN 01' cultivado no Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29(3): 666-670.
- Moreira, S.O., Kuhlcamp, K.T., de Souza Barros, F.L., de Oliveira, S.B., Trindade, R. dos S. (2018a) Path analysis under multicollinearity for papaya production of the solo and 'Formosa' groups. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40(3): 1-10.
- Moreira, S.O., Kuhlcamp, K.T., de Souza Barros, F.L., Zucoloto, M., Moitinho, A.C.R. (2018b) Intrapopulation recurrent selection by mixed models in papaya of the 'Formosa' group. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40: 1-8.
- Moreira, S. O., Kuhlcamp, K. T., Barros, F. L. D. S., Zucoloto, M., Godinho, T. D. O.

- (2019) Selection index based on phenotypic and genotypic values predicted by REML/BLUP in papaya. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41(1): e-079.
- Mubai, N., Sibiyi, J., Mwololo, J., Musvosvi, C., Charlie, H., Munthali, W., Kachulu, L., Okori, P. (2020) Phenotypic correlation, path coefficient and multivariate analysis for yield and yield-associated traits in groundnut accessions. *Cogent Food & Agriculture* 6: 1823591.
- 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. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology* 7: 40-51.
- Musembi, K.B., Githiri, S.M., Yencho, G.C., Sibiyi, J. (2015) Combining ability and heterosis for yield and drought tolerance traits under managed drought stress in sweetpotato. *Euphytica* 201: 423-440.
- Nayak, M.G., Vyas, A.P. (2019) Optimization of microwave-assisted biodiesel production from Papaya oil using response surface methodology. *Renewable Energy* 138: 18-28.
- Neves, L.G., Bruckner, C.H., Cruz, C.D., Viana, A.P., Barelli, M.A.A. (2011) Predição de ganhos, com diferentes índices de seleção, para características de frutos do maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33(4): 1322-1330.
- Neves, L.G., Bruckner, C.H., Picanço, M.C., Paiva Sobrinho, S., Araújo, K.L., da Luz, P.B., Barelli, M.A.A., Krause, W. (2013) Genetic Correlation between Agronomically Important Traits in Yellow Passion Fruit. *American Journal of Plant Sciences* 4(11): 2112-2117.
- Nogueira, A.P.O., Sedyama, T., De Sousa, L.B., Hamawaki, O.T., Cruz, C.D., Pereira, D.G., Matsuo, É. (2012) Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscience Journal* 28: 877-888.
- Numberg, P.L., Souza, J.C., Ribeiro, P.H.E. (2000) Desempenho de híbridos simples como testadores de linhagens de milho em *topcrosses*. *Ceres* 47(274): 683-696.

- Oliveira, E.J., de Lima, D.S., Lucena, R.S., Motta, T.B.N., Dantas, J.L.L. (2010a) Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária brasileira* 45: 855-862.
- Oliveira, E.J., Fraife Filho, G.A., Freitas, J.P.X., Dantas, J.L.L., Resende, M.D.V. (2012) Plant selection in F₂ segregating populations of papaya from commercial hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 12(3): 191-198
- Oliveira, R.L., Pinho, R.G.V., Ferreira, D.F., Pires, L.P.M., Melo, W.M.C. (2014) Selection index in the study of adaptability and stability in maize. *The Scientific World Journal* (3):360570.
- Olivoto, T., Nardino, M., Carvalho, I.R.C., Follmann, D.N., Szarecki, V.J., Ferrari, M., Pelegrin, A.J., Souza, V.Q. (2016) Pearson correlation coefficients and accuracy of path analysis used in maize breeding: a critical review. *International Journal of Current Research* 8(9): 37787-37795.
- Paterson, A.H., Felker, P., Hubbell, S.P., Ming, R. (2008) The fruits of tropical plant genomics. *Tropical Plant Biology* 1(1): 3-19.
- 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., Aredes, F.A.S., Boechat, M.S.B., Silveira, S.F., Oliveira, J.G. (2015) *Melhoramento Genético do Mamoeiro: Programa UENF/CALIMAN*. In: Martins, D. S. (Org.). VI Simpósio do Papaya Brasileiro. 1ed.Vitória, ES: DCM/Incaper, v. 6, p. 01-41.
- Pereira, E.M., Silva, F.M., Val, B.H.P., Pizolato Neto, A., Mauro, A.O., Martins, C.C., Unêda-Trevisoli, S.H. (2017) Canonical correlations between agronomic traits and seed physiological quality in segregating soybean populations. *Genetic and Molecular Research* 16(2).
- Marin, S. L. D., Gomes, J. A., Salgado, J. S. (2018) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. In: VII Simpósio do Papaya Brasileiro. 1ed.Vitória, ES: DCM/Incaper, v. 6, p. 01-68.
- Pereira, M.G., Poltronieri, T.P.S., Pereira, T.N.S., Ramos, H.C.C., Santa-Catarina, R., Vettorazzi, J.C.F., Arêdes, , F.A.S.,Boechat, M.S.B., Venâncio, T.M., Azevedo, A.O.N., Cortes, D.F.M., Moreira, N.F., Bohry, D., Silveira, S.F., Vivas, M., Ferregueti, G.A. (2019a) Twenty-two-year papaya breeding program: from

breeding strategy establishment to cultivar development. *Function Plant Breeding Journal* 1: 9-27.

Pereira, M.G., Luz, L.N.D., Santa-Catarina, R., Ramos, H.C.C., Pereira, T.N.S., Barros, G.D.B., Ferregueti, G.A., Cortes, D.F.M., Vettorazzi, J.C.F., Azevedo, A.O.N., Silveira, S.F., Oliveira, J.G., Viana, A.P. (2019b). 'UC14': a new papaya cultivar with intermediate fruit size. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 19: 226-229.

Pereira, M. G., Luz, L. N. D., Santa-Catarina, R., Ramos, H. C. C., Pereira, T. N. S., Barros, G. D. B., Ferregueti, G.A., Vivas, M., Cortes, D.F.M., Vettorazzi, J.C.F., Azevedo, A.O.N., Silveira, S.F., Oliveira, J.G., Viana, A.P. (2019c). 'UC-10': a new early 'Formosa' papaya cultivar. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 19(1): 131-134.

Pesek, J.; Baker, R.J. (1964) Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal of Plant Sciences* 49(6): 803-804.

Pinto, F.O., Da Luz, L.N., Pereira, M.G., Cardoso, D.L., Ramos, H.C.C. (2013) Metodologia dos modelos mistos para seleção combinada em progênies segregantes de mamoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 8: 211-217.

Plocharski, W.J., Konopacka, D., Zwierz, J. (2000) Comparison of Magness-Taylor's pressure test with mechanical, non-destructive methods of apple and pear firmness measurements. *International agrophysics* 14(3): 311-318.

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

Powers, L. (1944) An expansion of Jones's theory for the explanation of heterosis. *The American Naturalist* 78: 275-280.

Pyo, S., Mihalik, B.J., Uysal, M. (1989) Attraction attributes and motivations: A canonical correlation analysis. *Annals of Tourism Research* 16: 277-282.

Qu, Z., Li, L., Luo, J., Wang, P., Yu, S., Mou, T., Zheng, X., Hu, Z. (2012) QTL mapping of combining ability and heterosis of agronomic traits in rice backcross recombinant inbred lines and hybrid crosses. *PLoS One* 7(1) e28463.

- Ramos, D.P., Silva, A.C., Leonel, S., Costa, S.M., Damatto Júnior, E.R. (2010) Production and fruit quality of 'Paluma' guava, submitted to different pruning seasons in a subtropical climate. *Revista Ceres* 57(5): 659-664.
- Ramos, H.C.C., Pereira, M.G., Gonçalves, L.S.A., Berilli, A.P.C.G., Pinto, F.O., Ribeiro, E.H. (2012) Multivariate analysis to determine the genetic distance among backcross papaya (*Carica papaya*) progenies. *Genetics and Molecular Research* 11: 1280-1295.
- Ramos, H.C.C., Pereira, M.G., Viana, A.P., da Luz, L.N., Cardoso, D.L., Ferregueti, G.A. (2014) Combined selection in backcross population of papaya (*Carica papaya* L.) by the mixed model methodology. *American Journal of Plant Sciences* 5: 2973-2983.
- Reis, R.C., Viana, E. de S., de Jesus, J.L., Dantas, J.L.L., Lucena, R.S. (2015) Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50: 210-217.
- Reddy, M. T., Hari Babu, K., Ganesh, M., Begum, H., Dilipbabu, J., Krishna Reddy, R. S. (2013) Gene action and combining ability of yield and its components for late kharif season in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Chilean Journal of Agricultural Research* 73(1): 9-16.
- Resende, M.D.V. (2002) Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes. 1. ed. Brasília: Embrapa, 975p.
- Rigon, C.A.G., Rigon, J.P.G., Capuani, S. (2014) Correlation and path analysis as an indirect selection criterion for sunflower achene productivity. *Bioscience Journal* 30: 768-773.
- Rocha, J.R. do A.S. de C., Machado, J.C., Carneiro, P.C.S., Carneiro, J. da C., Resende, M.D.V., Pereira, A. Vander., Carneiro, J.E. de S. (2017) Elephant grass ecotypes for bioenergy production via direct combustion of biomass. *Industrial Crops and Products* 95: 27-32.
- Rodrigues, E. V., Damasceno-Silva, K. J., Rocha, M. D. M., Bastos, E. A., Teodoro, P. E. (2017) Selection of cowpea populations tolerant to water deficit by selection index. *Revista Ciência Agronômica* 48(5): 889-896.

- Ryder, P., McKeown, P.C., Fort, A., Spillane, C. (2014) Epigenetics and heterosis in crop plants. *In: Alvarez-Venegas, R., De la Peña, C., Casas-Mollano, J. A. Epigenetics in Plants of Agronomic Importance: fundamentals and Applications: Transcriptional Regulation and Chromatin Remodelling in Plants.* 2. ed. Chan: Springer, p. 13-31.
- Santa-Catarina, R., Cortes, D.F.M., Vettorazzi, J.C.F., Ramos, H.C.C., Ferregueti, G.A., Pereira, M.G. (2018) Image-based phenotyping of morpho-agronomic traits in papaya fruits (*Carica papaya* L. THB var.). *Australian Journal of Crop Science* 12: 1750-1756.
- Santa-Catarina, R., Cortes, D.F.M., Vettorazzi, J.C.F., Poltronieri, T.P. de S., Barros, G.B. de A., Arêdes, F.A.S., Azevedo, A.O.N., Ramos, H.C.C., Pereira, M.G. (2019) Combining ability for fruit yield and quality in papaya recombinant inbred lines from the sexual conversion backcrossing. *Euphytica* 215: 154.
- Santos, I.G., Cruz, C.D., Nascimento, M., Rosado, R.D.S., Ferreira, R.P. (2018) Direct, indirect and simultaneous selection as strategies for alfalfa breeding on forage yield and nutritive value. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 48: 178-189.
- Schnable, P.S., Springer, N.M. (2013) Progress toward understanding heterosis in crop plants. *Annual Review of Plant Biology* 64: 71-88.
- Serrano, L.A.L., Cattaneo, L.F. (2010) Papaya culture in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(3).
- Shapira, R., Levy, T., Shaked, S., Fridman, E., David, L. (2014) Extensive heterosis in growth of yeast hybrids is explained by a combination of genetic models. *Heredity (Edinb)* 113: 316-326.
- Shapira, R., David, L. (2016) Genes with a combination of over-dominant and epistatic effects underlie heterosis in growth of *Saccharomyces cerevisiae* at high temperature. *Frontiers in genetics* 7: 72.
- Shull, G. H. (1908) The composition of a field of maize. *Journal of Heredity* (1): 296-301.
- Shull, G. H. (1952) Beginnings of the heterosis concept, *In: Gowen, J. W. Heterosis.* Iowa: Iowa State College Press, p. 14-48.

- Silva, F.F., Pereira, M.G., Ramos, H.C.C., Damasceno Júnior, P.C. (2007) Genotypic correlations of morpho-agronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 7: 345-352.
- Pereira, M. G., Ramos, H. C. C., Junior, P. C. D., Pereira, T. N. S., Viana, A. P., Daher, R. F., Ferregueti, G. A. (2008) Estimation of genetic parameters related to morphoagronomic and fruit quality traits of papaya. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8(1): 65-73.
- Silva, F.F., Pereira, M.G., Ramos, H.C.C., Damasceno, P.C., Pereira, T.N.S., Gabriel, A.P.C., Viana, A.P., Ferregueti, G.A. (2008) Selection and estimation of the genetic gain in segregating generations of papaya (*Carica papaya* L.). *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8: 1-8.
- Silva, D.F.P., Salomão, L.C.C., Siqueira, D.L.D., Cecon, P.R., Rocha, A. (2009) Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar Sunrise 'Golden'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44(7): 669-675.
- Silva, M.G.M., Viana, A.P. (2012) Alternativas de seleção em população de maracujazeiro-azedo sob seleção recorrente intrapopulacional. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(2): 525-531.
- Silva, G.O., Pereira, A.S., Carvalho, A.D.F. (2015) Seleção de clones de batata para fritura com base em índices de seleção. *Revista Ceres* 61(6): 941-947.
- Silva, C.A., Schmidt, E R., Schmidt, O., Alexandre, R.S., Cattaneo, L.F., Ferreira, J.P., Nascimento, A.L. (2016) Correlações fenotípicas e análise de trilha em caracteres morfoagronômicos de mamoeiro. *Revista Agro@Mambiente On-Line* 10(3): 217-227.
- Silva, L.A., Peixoto, L.A., Teodoro, P.E., Rodrigues, E.V., Laviola, B.G., Bhering, L.L. (2017) Path analysis and canonical correlations for indirect selection of *Jatropha* genotypes with higher oil yield. *Genetics and Molecular Research* 16(1): 1-12.
- Silva, M. S., Leonel, S., Souza, J.M.A., Ferreira, R.B., Bolfarini, A.C.B., Júnior, M.A. de O. (2018a) Correlations between agronomic traits in papaya tree (*Carica papaya* L.) grown under subtropical climate of Brazil. *Australian Journal of Crop Science* 12: 886-891.

- Silva, M.S., Leonel, S., Souza, J.M.A., Modesto, J.H., Ferreira, R.B., Bolfarini, A.C.B. (2018b) Evaluation of papaya genotypes using agronomic descriptors and estimation of genetic parameters. *Bioscience Journal* 34(4): 943-951.
- Smith, H. F. (1936) A discriminant function for plant selection. *Annals of Eugenics London*, 7: 240-250.
- Souza, A. F., Silva, W. B., Gonçalves, Y. S., Silva, M. G., Oliveira, J. G. (2014a) Fisiologia do amadurecimento de mamões de variedades comercializadas no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36(2): 34-44.
- Souza, J.M.A., Ataíde, E.M., Silva, M.D.S. (2014b) Qualidade pós-colheita e correlação entre características físicas e químicas de frutos de mamoeiro comercializados em Serra Talhada - PE. *Magistra* 26(4): 554-560.
- Souza, V.Q. de., Baretta, D., Nardino, M., Carvalho, I.R., Follmann, D.N., Konflanz, V.A., Schmidt, D. (2015) Variance components and association between corn hybrids morpho-agronomic characters. *Científica* 43: 246.
- Sprague, G. F., Tatum, L. A. (1942) General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Agronomy Journal* 34(10): 923-932.
- Stage, F.K., Carter, H.C., Nora, A. (2004) Path Analysis: An Introduction and Analysis of a Decade of Research. *The Journal of Educational Research* 98: 5-13.
- Sunil Gowda, D.C., Vasugi, C., Dinesh, M.R. (2017) Genetic Variability and Correlation Studies in Intergeneric Hybrid Progenies of Papaya. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6(10): 1459-1464.
- Tavares, M., De Melo, A.M.T., Scivittaro, W.B. (1999) Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. *Bragantia* 58: 41-47.
- Teixeira, D.H.L., Oliveira, M.D.S.P., Gonçalves, F.M.A., Nunes, J.A.R. (2012) Índices de seleção no aprimoramento simultâneo dos componentes da produção de frutos em açaizeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47(2): 237-243.
- Teodoro, P.E., Costa, R.D., Rocha, R.B., Laviola, B.G. (2016) Contribuição de caracteres agronômicos para a produtividade de grãos em pinhão-mansão.

Bragantia 75: 51-56.

- Teodoro, P.E., Rodrigues, E.V., Peixoto, L. de A., Laviola, B.G., Bhering, L.L. (2017) Diallel analysis in agronomic traits of *Jatropha*. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 17: 253-259.
- Terres, L.R., Lenz, E., Castro, C.M., Pereira, A.S. (2015) Estimativas de ganhos genéticos por diferentes índices de seleção em três populações híbridas de batata. *Horticultura Brasileira* 33: 305-310.
- Thompson, B. (2000). Canonical correlation analysis. *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science* 1: 192-196.
- Trevisan, M.J., Jacomino, A.P., Cunha Junior, L.C., Alves, R.F. (2013) Aplicação de 1-metilciclopropeno associado ao etileno para minimizar seus efeitos na inibição do amadurecimento do mamão 'Golden'. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(2): 384-390.
- Valadares, R. D. N., A Nóbrega, D., de Lima, L. B., Silva, J. A. D. S., dos Santos, A. M. M., Melo, R. D. A., Menezes, D. (2019) Combining capacity and heterosis in eggplant hybrids under high temperatures. *Horticultura Brasileira* 37(3): 348-353.
- VanBuren, R., Zeng, F., Chen, C., Zhang, J., Wai, C.M., Han, J., Aryal, R., Gschwend, A.R., Wang, J., Na, J.K., Huang, L., Zhang, L., Miao, W., Gou, J., Arro, J., Guyot, R., Moore, R.C., Wang, M.L., Zee, F., Charlesworth, D., Moore, P.H., Yu, Q., Ming, R. (2015) Origin and domestication of papaya Y^h chromosome. *Genome research* 25(4): 524-533.
- Van den Wollenberg, A.D. (1977) Method Is Presented. *Psychometrika* 42: 207-219.
- Van Rheenen, W., Peyrot, W.J., Schork, A.J., Lee, S.H., Wray, N.R. (2019) Genetic correlations of polygenic disease traits: from theory to practice. *Nature Reviews Genetics* 20: 567-581.
- Vasconcelos, U.A.A., Dias, L.A.D.S., Corrêa, T.R., Rosmaninho, L.B.D.C., Silva, D.R.M.D., Zaidan, I.R. (2020) Estimates of genetic parameters and path analysis of crambe: An important oil plant for biofuel production. *Acta Scientiarum. Agronomy* 42: e42490.

- Vettorazzi, J.C.F., Santa-Catarina, R., Poltronieri, T.P. de S., Cortes, D.F.M., Azevedo, A.O.N., Miranda, D.P., Santana, J.G.S., Ramos, H.C.C., Pereira, M.G. (2021) Combining ability of recombined F₄ papaya lines: a strategy to select hybrid combination. *Scientia Agricola* 78(2).
- Vivas, M., Silveira, S.F. da., Terra, C.E.P. da S., Pereira, M.G. (2011) Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 36-42.
- Vivas, M., Silveira, S.F.D., Pereira, M.G. (2012) Prediction of genetic gain from selection indices for disease resistance in papaya hybrids. *Revista Ceres* 59: 781-786.
- 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.
- Voca, S., Dobričević, N., Dragović-Uzelac, V., Duralija, B., Družić, J., Čmelik, Z., Babojelić, M. S. (2008) Fruit quality of new early ripening strawberry cultivars in Croatia. *Food Technology & Biotechnology* 46(3): 292-298.
- Vyas, M.B., Shah, S.K. (2016) Review on nutritional and medicinal values of "Carica". *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 5(4): 284-286.
- Weenink, D. (2003) Canonical correlation analysis. *Institute of Phonetic Sciences* 25:81-99.
- Williams, J. S. (1962) The evolution of a selection index. *Biometrics* 18(4): 375-393, 1962.
- Wright, S. (1921) Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research* 20(7): 557-585.

APÉNDICE

Apêndice A. Nomenclatura para os 62 híbridos *topcrosses* no delineamento em Lattice 13 x 13.

Código para os híbridos no Lattice	Nova nomenclatura para os híbridos: T x L _(F4)
H1	UCHJ16-001
H10	UCHJ16-007
H13	UCHJ16-008
H14	UCHJ16-009
H16	UCHJ16-010
H17	UCHJ16-011
H19	UCHJ16-012
H22	UCHJ16-013
H23	UCHJ16-014
H24	UCHJ16-015
H25	UCHJ16-016
H26	UCHJ16-017
H28	UCHJ16-018
H29	UCHJ16-019
H3	UCHJ16-002
H32	UCHJ16-020
H35	UCHJ16-021
H36	UCHJ16-022
H38	UCHJ16-023
H4	UCHJ16-003
H40	UCHJ16-024
H41	UCHJ16-025
H42	UCHJ16-026
H43	UCHJ16-027
H44	UCHJ16-028
H45	UCHJ16-029
H46	UCHJ16-030
H47	UCHJ16-031
H48	UCHJ16-032
H50	UCHJ16-033
H51	UCHJ16-034

Apêndice A – Cont.

Código para os híbridos no Lattice	Nova nomenclatura para os híbridos: T x L _(F4)
H52	UCHJ16-035
H54	UCHJ16-036
H55	UCHJ16-037
H56	UCHJ16-038
H57	UCHJ16-039
H59	UCHJ16-040
H6	UCHJ16-004
H61	UCHJ16-041
H62	UCHJ16-042
H64	UCHJ16-043
H65	UCHJ16-044
H67	UCHJ16-045
H68	UCHJ16-046
H70	UCHJ16-047
H71	UCHJ16-048
H73	UCHJ16-049
H77	UCHJ16-050
H78	UCHJ16-051
H79	UCHJ16-052
H8	UCHJ16-005
H80	UCHJ16-053
H81	UCHJ16-054
H82	UCHJ16-055
H83	UCHJ16-056
H86	UCHJ16-057
H88	UCHJ16-058
H89	UCHJ16-059
H9	UCHJ16-006
H90	UCHJ16-060
H91	UCHJ16-061
H93	UCHJ16-062

T: testador (SS-72/12); L:linhagens F₄.

Apêndice B. Estimativas da heterose padrão (HP), heterose funcional (HF), Heteroses varietais (HV1, HV2 e HV3) e da heterobeliose para os híbridos com padrão 'Formosa'.

Peso do fruto						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	35,62**	-8,50 ^{ns}	-10,64 ^{ns}	-36,78**	-39,91**	-8,50 ^{ns}
H19	15,96*	-27,79**	0,39 ^{ns}	-28,98**	-32,50**	-27,79**
H25	40,13**	-4,91 ^{ns}	-9,16 ^{ns}	-35,74**	-38,92**	-4,91 ^{ns}
H3	34,15**	-9,59 ^{ns}	-11,34 ^{ns}	-37,27**	-40,38**	-9,59 ^{ns}
H35	9,93 ^{ns}	-30,54**	-10,13 ^{ns}	-36,42**	-39,57**	-30,54**
H38	37,56**	-10,50 ^{ns}	1,36 ^{ns}	-28,29**	-31,85**	-10,50 ^{ns}
H4	53,14**	3,21 ^{ns}	1,22 ^{ns}	-28,39**	-31,94**	3,21 ^{ns}
H40	28,92**	-15,94*	-5,66 ^{ns}	-33,26**	-36,57**	-15,94*
H43	50,27**	6,92 ^{ns}	-13,77 ^{ns}	-39,00**	-42,01**	6,92 ^{ns}
H44	40,62**	-5,30 ^{ns}	-6,85 ^{ns}	-34,10**	-37,37**	-5,30 ^{ns}
H45	6,87 ^{ns}	-31,97**	-15,00 ^{ns}	-39,87**	-42,84**	-31,97**
H47	30,17**	-12,4	-13,60 ^{ns}	-38,87**	-41,90**	-12,40 ^{ns}
H50	53,36**	1,81 ^{ns}	6,02 ^{ns}	-25,00**	-28,71**	1,81 ^{ns}
H52	110,21**	71,33**	-7,22 ^{ns}	-34,36**	-37,61**	71,33**
H54	40,65**	-5,26 ^{ns}	-6,89 ^{ns}	-34,13**	-37,34**	-5,26 ^{ns}
H55	22,35*	-20,90**	-7,86 ^{ns}	-34,82**	-38,05**	-20,90**
H56	7,94 ^{ns}	-33,24**	-3,90 ^{ns}	-32,01**	-35,38**	-33,24**
H59	33,12**	-12,83 ^{ns}	-3,93 ^{ns}	-32,04**	-35,40**	-12,83 ^{ns}
H6	44,99**	-1,13 ^{ns}	-7,27 ^{ns}	-34,40**	-37,65**	-1,13 ^{ns}
H64	39,26**	-7,82 ^{ns}	-2,87 ^{ns}	-31,29**	-34,69**	-7,82 ^{ns}
H65	30,45**	-14,34*	-6,68 ^{ns}	-33,98**	-37,26**	-14,34*
H68	48,23**	5,11 ^{ns}	-14,23 ^{ns}	-39,32**	-42,33**	5,11 ^{ns}
H73	49,24**	5,70 ^{ns}	-13,42 ^{ns}	-38,75**	-41,78**	5,70 ^{ns}
H78	18,00 ^{ns}	-23,01**	-13,84 ^{ns}	-39,04**	-42,06**	-23,01**
H8	35,37**	-7,73 ^{ns}	-13,31 ^{ns}	-38,67**	-41,71**	-7,73 ^{ns}
H80	36,48**	-10,86 ^{ns}	-0,68 ^{ns}	-29,73**	-33,22**	-10,86 ^{ns}
H86	0,03 ^{ns}	-40,42**	6,29 ^{ns}	-24,80**	-28,53**	-40,42**
H9	55,06**	9,13 ^{ns}	-8,64 ^{ns}	-35,37**	-38,57**	9,13 ^{ns}

Apêndice B – Cont.

Firmeza do fruto						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	12,79**	9,42	13,16**	5,93*	2,31 ^{ns}	9,42**
H19	7,06**	0,08 ^{ns}	11,91**	4,76 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,08 ^{ns}
H25	1,14 ^{ns}	-4,29 ^{ns}	4,25 ^{ns}	-2,41 ^{ns}	-5,73*	-4,29 ^{ns}
H3	7,78**	7,67	4,90 ^{ns}	-1,80 ^{ns}	-5,14 ^{ns}	7,67*
H35	7,20**	3,07 ^{ns}	8,59**	1,66 ^{ns}	-1,81 ^{ns}	3,07 ^{ns}
H38	1,67 ^{ns}	-0,99 ^{ns}	1,60 ^{ns}	-4,89 ^{ns}	-8,13**	-0,99 ^{ns}
H4	5,19 ^{ns}	1,20 ^{ns}	6,49*	-0,31 ^{ns}	-3,70 ^{ns}	1,20 ^{ns}
H40	0,80 ^{ns}	-5,61*	5,16 ^{ns}	-1,56 ^{ns}	-4,91 ^{ns}	-5,61*
H43	4,41 ^{ns}	0,14 ^{ns}	6,04 ^{ns}	-0,74 ^{ns}	-4,12 ^{ns}	0,14 ^{ns}
H44	5,61*	3,35 ^{ns}	4,99 ^{ns}	-1,72 ^{ns}	-5,06 ^{ns}	3,35 ^{ns}
H45	1,02 ^{ns}	-4,14 ^{ns}	3,82 ^{ns}	-2,81 ^{ns}	-6,12*	-4,14 ^{ns}
H47	2,85 ^{ns}	-1,34 ^{ns}	4,44 ^{ns}	-2,23 ^{ns}	-5,56*	-1,34 ^{ns}
H50	8,75**	9,52	5,01 ^{ns}	-1,70 ^{ns}	-5,05 ^{ns}	7,99*
H52	2,99 ^{ns}	-1,13 ^{ns}	4,51 ^{ns}	-2,17 ^{ns}	-5,50 ^{ns}	-1,13 ^{ns}
H54	5,99*	4,29 ^{ns}	4,78 ^{ns}	-1,92 ^{ns}	-5,25 ^{ns}	4,29 ^{ns}
H55	1,38 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-6,12*	-9,32**	-0,31 ^{ns}
H56	2,37 ^{ns}	-3,00 ^{ns}	5,36 ^{ns}	-1,37 ^{ns}	-4,73 ^{ns}	-3,00 ^{ns}
H59	1,39 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-6,38*	-9,57**	-0,03 ^{ns}
H6	4,20 ^{ns}	0,80 ^{ns}	4,85 ^{ns}	-1,85 ^{ns}	-5,19 ^{ns}	0,80 ^{ns}
H64	5,64*	4,06 ^{ns}	4,30 ^{ns}	-2,36 ^{ns}	-5,68*	4,06 ^{ns}
H65	4,38 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	6,39*	-0,41 ^{ns}	-3,80 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
H68	8,40**	3,07 ^{ns}	11,16**	4,06 ^{ns}	0,51 ^{ns}	3,07 ^{ns}
H73	-0,85 ^{ns}	-6,80*	3,00 ^{ns}	-3,58 ^{ns}	-6,86*	-6,80*
H78	6,87*	6,65	4,13 ^{ns}	-2,52 ^{ns}	-5,84*	6,65*
H8	11,43**	13,46	6,45*	-0,35 ^{ns}	-3,74 ^{ns}	9,48**
H80	-2,54 ^{ns}	-10,16**	3,55 ^{ns}	-3,06 ^{ns}	-6,36*	-10,16**
H86	0,66 ^{ns}	-1,40 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-6,43*	-9,61**	-1,40 ^{ns}
H9	10,28**	6,21	11,52**	4,39 ^{ns}	0,83 ^{ns}	6,21*

Apêndice B – Cont.

Firmeza da polpa						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	4,86 ^{ns}	1,31 ^{ns}	-2,35 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-1,18 ^{ns}	1,31 ^{ns}
H19	0,39 ^{ns}	-2,90 ^{ns}	-6,61 ^{ns}	-4,01 ^{ns}	-5,50 ^{ns}	-2,90 ^{ns}
H25	-4,18 ^{ns}	-12,06 ^{**}	-5,42 ^{ns}	-2,79 ^{ns}	-4,30 ^{ns}	-12,06 ^{**}
H3	-5,13 ^{ns}	-8,45 [*]	-11,53 ^{**}	-9,06 [*]	-10,48 ^{**}	-8,45 [*]
H35	-6,28 ^{ns}	-10,14 ^{**}	-12,00 ^{**}	-9,54 [*]	-10,95 ^{**}	-10,14 ^{**}
H38	-6,06 ^{ns}	-9,74 ^{**}	-11,98 ^{**}	-9,53 [*]	-10,93 ^{**}	-9,74 ^{**}
H4	-8,28 [*]	-11,29 ^{**}	-14,68 ^{**}	-12,30 ^{**}	-13,66 ^{**}	-11,29 ^{**}
H40	2,83 ^{ns}	-3,06 ^{ns}	-1,62 ^{ns}	1,12 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	-3,06 ^{ns}
H43	1,41 ^{ns}	-0,76 ^{ns}	-6,82 ^{ns}	-4,22 ^{ns}	-5,71 ^{ns}	-0,76 ^{ns}
H44	-6,61 [*]	-9,26 [*]	-13,54 ^{**}	-11,13 ^{**}	-12,51 ^{**}	-9,26 [*]
H45	-1,87 ^{ns}	-3,86 ^{ns}	-9,93 ^{**}	-7,42 [*]	-8,86 [*]	-3,86 ^{ns}
H47	-0,06 ^{ns}	-4,79 ^{ns}	-5,49 ^{ns}	-2,85 ^{ns}	-4,36 ^{ns}	-4,79 ^{ns}
H50	3,54 ^{ns}	6,31 ^{ns}	-9,31 [*]	-6,78 ^{ns}	-8,23 [*]	0,91 ^{ns}
H52	-5,20 ^{ns}	-10,92 ^{**}	-8,95 [*]	-6,41 ^{ns}	-7,86 [*]	-10,92 ^{**}
H54	-2,43 ^{ns}	-2,90 ^{ns}	-11,89 ^{**}	-9,44 [*]	-10,85 ^{**}	-2,90 ^{ns}
H55	-2,01 ^{ns}	-1,21 ^{ns}	-12,66 ^{**}	-10,22 ^{**}	-11,62 ^{**}	-2,81 ^{ns}
H56	5,95 ^{ns}	3,66 ^{ns}	-2,62 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-1,46 ^{ns}	3,66 ^{ns}
H59	-10,12 ^{**}	-10,89 ^{**}	-18,53 ^{**}	-16,26 ^{**}	-17,56 ^{**}	-10,89 ^{**}
H6	-2,51 ^{ns}	-8,33 [*]	-6,45 ^{ns}	-3,84 ^{ns}	-5,34 ^{ns}	-8,33 [*]
H64	-3,48 ^{ns}	-8,79 [*]	-7,89 [*]	-5,32 ^{ns}	-6,80 ^{ns}	-8,79 [*]
H65	-4,33 ^{ns}	-7,88 [*]	-10,58 ^{**}	-8,09 [*]	-9,52 ^{**}	-7,88 [*]
H68	4,23 ^{ns}	1,36 ^{ns}	-3,60 ^{ns}	-0,91 ^{ns}	-2,45 ^{ns}	1,36 ^{ns}
H73	-1,21 ^{ns}	-5,90 ^{ns}	-6,55 ^{ns}	-3,94 ^{ns}	-5,44 ^{ns}	-5,90 ^{ns}
H78	-7,69 [*]	-9,53 [*]	-15,32 ^{**}	-12,96 ^{**}	-14,31 ^{**}	-9,53 [*]
H8	-4,18 ^{ns}	-3,94 ^{ns}	-14,10 ^{**}	-11,71 ^{**}	-13,08 ^{**}	-4,42 ^{ns}
H80	-6,10 ^{ns}	-8,38 [*]	-13,46 ^{**}	-11,05 ^{**}	-12,43 ^{**}	-8,38 [*]
H86	-6,26 ^{ns}	-10,55 ^{**}	-11,52 ^{**}	-9,05 [*]	-10,46 ^{**}	-10,55 ^{**}
H9	5,58 ^{ns}	3,94 ^{ns}	-3,59 ^{ns}	-0,91 ^{ns}	-2,45 ^{ns}	3,94 ^{ns}

Apêndice B – Cont.

Teor de sólidos solúveis						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	-0,04 ^{ns}	13,06 ^{ns}	-0,95 ^{ns}	-2,40 ^{ns}	15,48 ^{ns}	-10,42 ^{ns}
H19	-18,20 ^{**}	-14,62 [*]	-13,19 ^{ns}	-14,47 [*]	1,21 ^{ns}	-21,49 ^{**}
H25	15,49 [*]	34,82 ^{**}	11,68 ^{ns}	10,04 ^{ns}	30,20 ^{**}	1,00 ^{ns}
H3	1,61 ^{ns}	0,26 ^{ns}	13,90 ^{ns}	12,23 ^{ns}	32,79 ^{**}	0,26 ^{ns}
H35	0,38 ^{ns}	8,50 ^{ns}	3,27 ^{ns}	1,75 ^{ns}	20,39 [*]	-6,61 ^{ns}
H38	6,93 ^{ns}	17,65 [*]	8,35 ^{ns}	6,76 ^{ns}	26,32 ^{**}	-2,01 ^{ns}
H4	15,57 [*]	22,37 ^{**}	21,07 ^{**}	19,29 ^{**}	41,14 ^{**}	9,49 ^{ns}
H40	-0,56 ^{ns}	5,65 ^{ns}	3,85 ^{ns}	2,32 ^{ns}	21,07 [*]	-6,08 ^{ns}
H43	6,00 ^{ns}	14,85 ^{ns}	8,82 ^{ns}	7,22 ^{ns}	26,87 ^{**}	-1,58 ^{ns}
H44	-0,35 ^{ns}	6,39 ^{ns}	3,62 ^{ns}	2,10 ^{ns}	20,81 [*]	-6,29 ^{ns}
H45	6,69 ^{ns}	10,99 ^{ns}	13,57 ^{ns}	11,90 ^{ns}	32,40 ^{**}	2,71 ^{ns}
H47	11,17 ^{ns}	17,85 [*]	16,33 [*]	14,62 [*]	35,62 ^{**}	5,21 ^{ns}
H50	6,71 ^{ns}	22,37 ^{**}	4,61 ^{ns}	3,07 ^{ns}	21,96 ^{**}	-5,39 ^{ns}
H52	8,24 ^{ns}	13,32 ^{ns}	14,55 [*]	12,87 ^{ns}	33,55 ^{**}	3,60 ^{ns}
H54	10,82 ^{ns}	15,83 [*]	17,46 [*]	15,73 [*]	36,94 ^{**}	6,23 ^{ns}
H55	-2,52 ^{ns}	2,88 ^{ns}	2,41 ^{ns}	0,91 ^{ns}	19,40 [*]	-7,38 ^{ns}
H56	16,03 [*]	30,26 ^{**}	15,66 [*]	13,96 ^{ns}	34,85 ^{**}	4,60 ^{ns}
H59	14,99 [*]	28,50 ^{**}	15,05 [*]	13,35 ^{ns}	34,13 ^{**}	4,04 ^{ns}
H6	5,84 ^{ns}	14,57 ^{ns}	8,75 ^{ns}	7,15 ^{ns}	26,79 ^{**}	-1,65 ^{ns}
H64	3,49 ^{ns}	9,20 ^{ns}	8,75 ^{ns}	7,15 ^{ns}	26,79 ^{**}	-1,65 ^{ns}
H65	0,82 ^{ns}	9,25 ^{ns}	3,51 ^{ns}	1,99 ^{ns}	20,67 [*]	-6,39 ^{ns}
H68	13,78 [*]	23,02 ^{**}	17,01 [*]	15,29 [*]	36,42 ^{**}	5,82 ^{ns}
H73	-2,56 ^{ns}	-0,65 ^{ns}	5,71 ^{ns}	4,16 ^{ns}	23,24 ^{**}	-4,40 ^{ns}
H78	15,11 [*]	33,67 ^{**}	11,76 ^{ns}	10,12 ^{ns}	30,29 ^{**}	1,07 ^{ns}
H8	23,16 ^{**}	35,34 ^{**}	24,94 ^{**}	23,10 ^{**}	45,66 ^{**}	12,99 [*]
H80	14,09 [*]	14,42 [*]	25,78 ^{**}	23,94 ^{**}	46,65 ^{**}	13,76 [*]
H86	5,44 ^{ns}	2,35 ^{ns}	20,22 ^{**}	18,45 [*]	40,16 ^{**}	2,35 ^{ns}
H9	19,55 ^{**}	31,78 ^{**}	20,96 ^{**}	19,18 ^{**}	41,02 ^{**}	9,40 ^{ns}

Apêndice B – Cont.

Espessura da polpa						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	9,54**	-7,04*	4,05 ^{ns}	-15,95**	-10,29**	-7,04*
H19	13,94**	-7,03*	14,82**	-7,25*	-1,00 ^{ns}	-7,03*
H25	3,75 ^{ns}	-14,30**	2,58 ^{ns}	-17,14**	-11,55**	-14,30**
H3	4,86 ^{ns}	-12,00**	1,24 ^{ns}	-18,22**	-12,70**	-12,00**
H35	-1,40 ^{ns}	-15,88**	-7,03 ^{ns}	-24,91**	-19,84**	-15,88**
H38	10,34**	-8,98**	9,31*	-11,71**	-5,75 ^{ns}	-8,98**
H4	20,98**	5,45 ^{ns}	10,72**	-10,56**	-4,53 ^{ns}	5,45 ^{ns}
H40	13,21**	-4,07 ^{ns}	7,76*	-12,95**	-7,08*	-4,07 ^{ns}
H43	20,76**	9,24*	5,35 ^{ns}	-14,90**	-9,16**	9,24*
H44	13,36**	-1,32 ^{ns}	3,92 ^{ns}	-16,06**	-10,39**	-1,32 ^{ns}
H45	1,49 ^{ns}	-17,96**	3,83 ^{ns}	-16,13**	-10,48**	-17,96**
H47	14,22**	1,55 ^{ns}	1,86 ^{ns}	-17,72**	-12,17**	1,55 ^{ns}
H50	9,10*	-5,38 ^{ns}	0,52 ^{ns}	-18,80**	-13,32**	-5,38 ^{ns}
H52	25,44**	17,33**	5,17 ^{ns}	-15,05**	-9,32**	17,33**
H54	11,84**	-0,45 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	-19,57**	-14,14**	-0,45 ^{ns}
H55	3,87 ^{ns}	-11,45**	-1,96 ^{ns}	-20,81**	-15,47**	-11,45**
H56	-2,57 ^{ns}	-19,61**	-3,50 ^{ns}	-22,05**	-16,80**	-19,61**
H59	12,93**	-2,98 ^{ns}	5,44 ^{ns}	-14,83**	-9,09**	-2,98 ^{ns}
H6	8,46*	-7,17*	1,79 ^{ns}	-17,78**	-12,24**	-7,17*
H64	6,81*	-13,82**	9,57*	-11,49**	-5,52 ^{ns}	-13,82**
H65	13,03**	0,51 ^{ns}	0,77 ^{ns}	-18,60**	-13,11**	0,51 ^{ns}
H68	6,49 ^{ns}	-3,76 ^{ns}	-6,98 ^{ns}	-24,86**	-19,80**	-3,76 ^{ns}
H73	9,01*	-3,22 ^{ns}	-2,61 ^{ns}	-21,33**	-16,03**	-3,22 ^{ns}
H78	7,40*	-10,16**	4,18 ^{ns}	-15,85**	-10,18**	-10,16**
H8	3,95 ^{ns}	-12,94**	0,64 ^{ns}	-18,71**	-13,22**	-12,94**
H80	7,24*	-10,90**	5,10 ^{ns}	-15,11**	-9,38**	-10,90**
H86	-1,18 ^{ns}	-21,44**	3,93 ^{ns}	-16,05**	-10,39**	-21,44**
H9	10,56**	-4,42 ^{ns}	2,33 ^{ns}	-17,34**	-11,77**	-4,42 ^{ns}

Apêndice B – Cont.

Comprimento do fruto						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	8,77 ^{ns}	-16,08 ^{**}	0,12 ^{ns}	-21,40 ^{**}	-30,75 ^{**}	-16,08 ^{**}
H19	-2,21 ^{ns}	-30,79 ^{**}	7,94 ^{ns}	-15,26 ^{**}	-25,34 ^{**}	-30,79 ^{**}
H25	20,34 ^{**}	-1,11 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	-21,85 ^{**}	-31,14 ^{**}	-1,11 ^{ns}
H3	7,32 ^{ns}	-14,90 ^{**}	-5,91 ^{ns}	-26,13 ^{**}	-34,92 ^{**}	-14,90 ^{**}
H35	2,41 ^{ns}	-22,68 ^{**}	-1,76 ^{ns}	-22,88 ^{**}	-32,05 ^{**}	-22,68 ^{**}
H38	7,87 ^{ns}	-17,66 ^{**}	1,28 ^{ns}	-20,49 ^{**}	-29,94 ^{**}	-17,66 ^{**}
H4	9,63 ^{ns}	-15,19 ^{**}	0,41 ^{ns}	-21,18 ^{**}	-30,55 ^{**}	-15,19 ^{**}
H40	14,07 [*]	-12,29 [*]	5,65 ^{ns}	-17,06 ^{**}	-26,92 ^{**}	-12,29 [*]
H43	-1,70 ^{ns}	-23,95 ^{**}	-9,96 ^{ns}	-29,32 ^{**}	-37,72 ^{**}	-23,95 ^{**}
H44	12,22 [*]	-13,10 [*]	2,60 ^{ns}	-19,45 ^{**}	-29,03 ^{**}	-13,10 [*]
H45	-2,67 ^{ns}	-27,78 ^{**}	-3,34 ^{ns}	-24,12 ^{**}	-33,14 ^{**}	-27,78 ^{**}
H47	3,70 ^{ns}	-21,76 ^{**}	-0,42 ^{ns}	-21,83 ^{**}	-31,12 ^{**}	-21,76 ^{**}
H50	7,65 ^{ns}	-18,11 ^{**}	1,74 ^{ns}	-20,13 ^{**}	-29,63 ^{**}	-18,11 ^{**}
H52	17,46 ^{**}	-2,75 ^{ns}	-3,93 ^{ns}	-24,58 ^{**}	-33,55 ^{**}	-2,75 ^{ns}
H54	8,91 ^{ns}	-19,50 ^{**}	9,03 ^{ns}	-14,40 ^{**}	-24,58 ^{**}	-19,50 ^{**}
H55	2,61 ^{ns}	-22,13 ^{**}	-2,57 ^{ns}	-23,51 ^{**}	-32,61 ^{**}	-22,13 ^{**}
H56	7,08 ^{ns}	-19,12 ^{**}	2,60 ^{ns}	-19,46 ^{**}	-29,03 ^{**}	-19,12 ^{**}
H59	-2,35 ^{ns}	-27,33 ^{**}	-3,60 ^{ns}	-24,32 ^{**}	-33,32 ^{**}	-27,33 ^{**}
H6	2,53 ^{ns}	-25,08 ^{**}	5,19 ^{ns}	-17,42 ^{**}	-27,24 ^{**}	-25,08 ^{**}
H64	9,63 ^{ns}	-14,34 ^{**}	-1,39 ^{ns}	-22,59 ^{**}	-31,79 ^{**}	-14,34 ^{**}
H65	1,01 ^{ns}	-26,77 ^{**}	5,41 ^{ns}	-17,25 ^{**}	-27,09 ^{**}	-26,77 ^{**}
H68	5,07 ^{ns}	-19,24 ^{**}	-2,62 ^{ns}	-23,55 ^{**}	-32,64 ^{**}	-19,24 ^{**}
H73	14,84 ^{**}	-11,78 [*]	6,54 ^{ns}	-16,36 ^{**}	-26,31 ^{**}	-11,78 [*]
H78	1,79 ^{ns}	-23,65 ^{**}	-1,10 ^{ns}	-22,36 ^{**}	-31,59 ^{**}	-23,65 ^{**}
H8	9,37 ^{ns}	-10,27 ^{ns}	-9,30 ^{ns}	-28,80 ^{**}	-37,26 ^{**}	-10,27 ^{ns}
H80	2,82 ^{ns}	-23,96 ^{**}	2,81 ^{ns}	-19,29 ^{**}	-28,88 ^{**}	-23,96 ^{**}
H86	-4,90 ^{ns}	-32,07 ^{**}	2,69 ^{ns}	-19,39 ^{**}	-28,97 ^{**}	-32,07 ^{**}
H9	18,72 ^{**}	-4,48 ^{ns}	1,58 ^{ns}	-20,25 ^{**}	-29,74 ^{**}	-4,48 ^{ns}

Apêndice B – Cont.

Diâmetro do fruto						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	18,42**	7,51 ^{ns}	2,75 ^{ns}	-4,86 ^{ns}	-11,56**	7,51 ^{ns}
H19	11,77**	-5,67 ^{ns}	6,90 ^{ns}	-1,02 ^{ns}	-7,99*	-5,67 ^{ns}
H25	6,06 ^{ns}	-8,59*	-1,55 ^{ns}	-8,84*	-15,26**	-8,59*
H3	14,31**	1,31 ^{ns}	2,22 ^{ns}	-5,36 ^{ns}	-12,02**	1,31 ^{ns}
H35	6,32 ^{ns}	-8,84*	-0,58 ^{ns}	-7,95*	-14,43**	-8,84*
H38	15,97**	1,53 ^{ns}	5,39 ^{ns}	-2,42 ^{ns}	-9,29**	1,53 ^{ns}
H4	20,64**	8,64*	5,72 ^{ns}	-2,11 ^{ns}	-9,00*	8,64*
H40	13,77**	1,10 ^{ns}	1,39 ^{ns}	-6,13 ^{ns}	-12,73**	1,10 ^{ns}
H43	23,33**	15,26**	3,37 ^{ns}	-4,29 ^{ns}	-11,02**	15,26**
H44	15,57**	3,31 ^{ns}	2,22 ^{ns}	-5,36 ^{ns}	-12,02**	3,31 ^{ns}
H45	6,85 ^{ns}	-7,30 ^{ns}	-1,70 ^{ns}	-8,98*	-15,39**	-7,30 ^{ns}
H47	16,33**	7,37 ^{ns}	-1,07 ^{ns}	-8,40*	-14,84**	7,37 ^{ns}
H50	16,34**	5,74 ^{ns}	0,80 ^{ns}	-6,67 ^{ns}	-13,24**	5,74 ^{ns}
H52	30,31**	27,32**	4,02 ^{ns}	-3,69 ^{ns}	-10,47**	27,32**
H54	16,21**	8,86 ^{ns}	-2,86 ^{ns}	-10,06*	-16,39**	8,86 ^{ns}
H55	12,97**	-0,25 ^{ns}	1,51 ^{ns}	-6,01 ^{ns}	-12,63**	-0,25 ^{ns}
H56	5,33 ^{ns}	-11,96**	2,18 ^{ns}	-5,39 ^{ns}	-12,05**	-11,96**
H59	19,37**	6,82 ^{ns}	5,43 ^{ns}	-2,38 ^{ns}	-9,25*	6,82 ^{ns}
H6	16,00**	9,47*	-3,84 ^{ns}	-10,96**	-17,23**	9,47*
H64	17,10**	2,73 ^{ns}	6,13 ^{ns}	-1,73 ^{ns}	-8,65*	2,73 ^{ns}
H65	15,63**	6,47 ^{ns}	-1,38 ^{ns}	-8,68*	-15,11**	6,47 ^{ns}
H68	15,24**	8,44 ^{ns}	-4,17 ^{ns}	-11,27**	-17,51**	8,44 ^{ns}
H73	14,28**	7,32 ^{ns}	-4,75 ^{ns}	-11,80**	-18,01**	7,32 ^{ns}
H78	12,50**	-1,70 ^{ns}	2,50 ^{ns}	-5,09 ^{ns}	-11,77**	-1,70 ^{ns}
H8	10,45*	-3,67 ^{ns}	0,88 ^{ns}	-6,60 ^{ns}	-13,17**	-3,67 ^{ns}
H80	15,81**	4,30 ^{ns}	1,47 ^{ns}	-6,05 ^{ns}	-12,66**	4,30 ^{ns}
H86	9,93**	-8,70*	7,66 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-7,33*	-8,70*
H9	12,80**	3,70 ^{ns}	-3,62 ^{ns}	-10,76**	-17,04**	3,70 ^{ns}

Apêndice B – Cont.

Porcentagem do volume da polpa						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H17	-5,05 ^{ns}	-8,88 ^{**}	10,03 ^{**}	-5,10 ^{ns}	-1,09 ^{ns}	-8,88 ^{**}
H19	0,64 ^{ns}	-3,41 ^{ns}	16,62 ^{**}	0,59 ^{ns}	4,82 ^{ns}	-3,41 ^{ns}
H25	-5,11 ^{ns}	-10,85 ^{**}	12,60 ^{**}	-2,89 ^{ns}	1,20 ^{ns}	-10,85 ^{**}
H3	-8,94 ^{**}	-12,56 ^{**}	5,45 ^{ns}	-9,05 ^{**}	-5,21 ^{ns}	-12,56 ^{**}
H35	-12,12 ^{**}	-13,06 ^{**}	-1,17 ^{ns}	-14,95 ^{**}	-11,36 ^{**}	-13,06 ^{**}
H38	-7,82 ^{**}	-12,26 ^{**}	7,78 [*]	-7,04 [*]	-3,11 ^{ns}	-12,26 ^{**}
H4	-3,62 ^{ns}	-5,93 ^{ns}	9,67 [*]	-5,41 ^{ns}	-1,41 ^{ns}	-5,93 ^{ns}
H40	-0,40 ^{ns}	-4,07 ^{ns}	14,96 ^{**}	-0,85 ^{ns}	3,33 ^{ns}	-4,07 ^{ns}
H43	-6,26 [*]	-8,84 ^{**}	7,10 ^{ns}	-7,63 [*]	-3,73 ^{ns}	-8,84 ^{**}
H44	-3,00 ^{ns}	-4,30 ^{ns}	9,18 [*]	-5,84 ^{ns}	-1,86 ^{ns}	-4,30 ^{ns}
H45	-8,38 ^{**}	-12,92 ^{**}	7,30 ^{ns}	-7,45 [*]	-3,55 ^{ns}	-12,92 ^{**}
H47	-5,61 ^{ns}	-7,57 [*]	7,06 ^{ns}	-7,66 [*]	-3,76 ^{ns}	-7,57 [*]
H50	-7,08 [*]	-5,90 ^{ns}	1,87 ^{ns}	-12,14 ^{**}	-8,43 [*]	-8,23 [*]
H52	-3,91 ^{ns}	-7,49 [*]	10,96 ^{**}	-4,29 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	-7,49 [*]
H54	-4,68 ^{ns}	-6,6 [*]	8,05 [*]	-6,81 [*]	-2,87 ^{ns}	-6,61 [*]
H55	-12,23 ^{**}	-13,44 ^{**}	-1,17 ^{ns}	-14,76 ^{**}	-11,16 ^{**}	-13,44 ^{**}
H56	-10,34 ^{**}	-10,81 ^{**}	0,05 ^{ns}	-13,70 ^{**}	-10,06 ^{**}	-10,81 ^{**}
H59	-11,76 ^{**}	-14,36 ^{**}	1,03 ^{ns}	-12,86 ^{**}	-9,18 ^{**}	-14,36 ^{**}
H6	-11,13 ^{**}	-17,44 ^{**}	6,82 ^{ns}	-7,86 [*]	-3,97 ^{ns}	-17,44 ^{**}
H64	-9,08 ^{**}	-14,46 ^{**}	7,70 [*]	-7,11 [*]	-3,19 ^{ns}	-14,46 ^{**}
H65	-8,60 ^{**}	-11,29 ^{**}	4,63 ^{ns}	-9,75 ^{**}	-5,94 ^{ns}	-11,29 ^{**}
H68	-17,00 ^{**}	-20,43 ^{**}	-1,17 ^{ns}	-16,95 ^{**}	-13,45 ^{**}	-20,43 ^{**}
H73	-9,45 ^{**}	-14,10 ^{**}	6,28 ^{ns}	-8,34 [*]	-4,47 ^{ns}	-14,10 ^{**}
H78	-0,40 ^{ns}	-5,92 ^{ns}	17,45 ^{**}	1,30 ^{ns}	5,57 ^{ns}	-5,92 ^{ns}
H8	-9,53 ^{**}	-12,35 ^{**}	3,77 ^{ns}	-10,50 ^{**}	-6,72 [*]	-12,35 ^{**}
H80	-10,07 ^{**}	-16,01 ^{**}	7,44 [*]	-7,34 [*]	-3,42 ^{ns}	-16,01 ^{**}
H86	-12,32 ^{**}	-16,19 ^{**}	2,04 ^{ns}	-11,99 ^{**}	-8,28 [*]	-16,19 ^{**}
H9	-6,00 [*]	-9,98 ^{**}	9,18 [*]	-5,83 ^{ns}	-1,86 ^{ns}	-9,98 ^{**}

** e *: Significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t.; ns: não significativo.

Apêndice C. Estimativas da heterose padrão (HP), heterose funcional (HF), Heteroses varietais (HV1, HV2 e HV3) e da heterobeliose para os híbridos com padrão 'Intermediário'.

Híbrido	Peso do fruto					
	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	6,65 ^{ns}	-28,09**	-29,60**	-50,19**	-52,66**	-28,09**
H10	11,81 ^{ns}	-27,11**	-18,14*	-42,09**	-44,95**	-27,11**
H13	13,98 ^{ns}	-23,10**	-24,90**	-46,87**	-49,50**	-23,10**
H14	8,58 ^{ns}	-25,71**	-31,17**	-51,31**	-53,72**	-25,71**
H16	11,51 ^{ns}	-22,99**	-31,07**	-51,24**	-53,65**	-22,99**
H22	31,51**	-8,39 ^{ns}	-20,49**	-43,75**	-46,53**	-8,39 ^{ns}
H23	-13,70 ^{ns}	-43,91**	-36,19**	-54,86**	-57,09**	-43,91**
H24	10,59 ^{ns}	-26,94**	-22,43**	-45,13**	-47,84**	-26,94**
H26	12,54 ^{ns}	-27,06**	-15,99*	-40,57**	-43,51**	-27,06**
H28	44,19**	8,11 ^{ns}	-26,16**	-47,76**	-50,35**	8,11 ^{ns}
H29	18,69 ^{ns}	-17,48 ^{ns}	-27,90**	-48,99**	-51,52**	-17,48 ^{ns}
H32	17,57 ^{ns}	-22,22**	-17,86*	-41,89**	-44,77**	-22,22**
H36	7,89 ^{ns}	-30,47**	-17,90*	-41,92**	-44,79**	-30,47**
H41	2,38 ^{ns}	-35,23**	-16,66*	-41,04**	-43,96**	-35,23**
H46	-2,41 ^{ns}	-37,90**	-22,29**	-45,02**	-47,74**	-37,90**
H48	55,17**	13,22 ^{ns}	-15,88*	-40,49**	-43,44**	13,22 ^{ns}
H51	-7,85 ^{ns}	-42,52**	-20,79**	-43,96**	-46,74**	-42,52**
H57	9,93 ^{ns}	-27,44**	-22,67**	-45,29**	-48,00**	-27,44**
H61	-23,50**	-54,25**	-20,41**	-43,69**	-46,48**	-54,25**
H62	26,09*	-13,96 ^{ns}	-19,50*	-43,05**	-45,87**	-13,96 ^{ns}
H70	58,22**	19,26 ^{ns}	-19,82*	-43,28**	-46,09**	19,26 ^{ns}
H71	5,55 ^{ns}	-30,52**	-25,11**	-47,02**	-49,64**	-30,52**
H77	26,44*	-14,69 ^{ns}	-16,69*	-41,06**	-43,98**	-14,69 ^{ns}
H81	33,28**	-7,59 ^{ns}	-18,45*	-42,30**	-45,16**	-7,59 ^{ns}
H82	17,45 ^{ns}	-22,86**	-16,03*	-40,60**	-43,54**	-22,86**
H83	-12,79 ^{ns}	-46,00**	-22,69**	-45,31**	-48,02**	-46,00**
H88	55,06**	30,73 ^{ns}	-34,99**	-54,01**	-56,28**	30,73 ^{ns}
H89	2,99 ^{ns}	-34,40**	-18,29*	-42,19**	-45,05**	-34,40**
H91	26,12*	-12,26 ^{ns}	-23,52**	-45,90**	-48,57**	-12,26 ^{ns}
H93	23,74*	-17,12*	-16,71*	-41,08**	-43,99**	-17,12*

Apêndice C – Cont.

Firmeza do fruto						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	2,78 ^{ns}	-3,01 ^{ns}	6,29*	-0,50 ^{ns}	-3,89 ^{ns}	-3,01 ^{ns}
H10	1,58 ^{ns}	-2,95 ^{ns}	3,60 ^{ns}	-3,02 ^{ns}	-6,32*	-2,95 ^{ns}
H13	-0,49 ^{ns}	-3,85 ^{ns}	0,25 ^{ns}	-6,15*	-9,35**	-3,85 ^{ns}
H14	-0,40 ^{ns}	-3,39 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-6,45*	-9,64**	-3,39 ^{ns}
H16	0,22 ^{ns}	-4,60 ^{ns}	2,63 ^{ns}	-3,93 ^{ns}	-7,20*	-4,60 ^{ns}
H22	-0,44 ^{ns}	-7,34**	4,60 ^{ns}	-2,08 ^{ns}	-5,42 ^{ns}	-7,34**
H23	5,89*	-0,76 ^{ns}	10,36**	3,31 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,76 ^{ns}
H24	0,11 ^{ns}	-7,13*	5,58 ^{ns}	-1,16 ^{ns}	-4,53 ^{ns}	-7,13*
H26	3,90 ^{ns}	1,50 ^{ns}	3,49 ^{ns}	-3,12 ^{ns}	-6,42*	1,50 ^{ns}
H28	2,86 ^{ns}	-3,14 ^{ns}	6,62*	-0,19 ^{ns}	-3,59 ^{ns}	-3,14 ^{ns}
H29	3,56 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	4,54 ^{ns}	-2,13 ^{ns}	-5,47 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
H32	2,95 ^{ns}	0,45 ^{ns}	2,67 ^{ns}	-3,89 ^{ns}	-7,16*	0,45 ^{ns}
H36	6,28*	2,70 ^{ns}	7,08*	0,24 ^{ns}	-3,17 ^{ns}	2,70 ^{ns}
H41	7,81**	2,94 ^{ns}	10,04**	3,01 ^{ns}	-0,50 ^{ns}	2,94 ^{ns}
H46	5,81*	2,53 ^{ns}	6,29*	-0,50 ^{ns}	-3,89 ^{ns}	2,53 ^{ns}
H48	1,33 ^{ns}	-4,31 ^{ns}	4,70 ^{ns}	-1,99 ^{ns}	-5,33 ^{ns}	-4,31 ^{ns}
H51	1,13 ^{ns}	-7,84**	8,93**	1,97 ^{ns}	-1,50 ^{ns}	-7,84**
H57	3,47 ^{ns}	0,23 ^{ns}	3,98 ^{ns}	-2,67 ^{ns}	-5,98*	0,23 ^{ns}
H61	0,64 ^{ns}	-6,09*	5,42 ^{ns}	-1,32 ^{ns}	-4,67 ^{ns}	-6,09*
H62	11,46**	9,17**	10,71**	3,64 ^{ns}	0,10 ^{ns}	9,17**
H70	9,05**	8,18*	6,90*	0,07 ^{ns}	-3,33 ^{ns}	8,18*
H71	7,37**	6,97*	4,79 ^{ns}	-1,90 ^{ns}	-5,24 ^{ns}	6,97*
H77	1,64 ^{ns}	-1,62 ^{ns}	2,21 ^{ns}	-4,32 ^{ns}	-7,57**	-1,62 ^{ns}
H81	3,76 ^{ns}	2,84 ^{ns}	1,80 ^{ns}	-4,70 ^{ns}	-7,95**	2,84 ^{ns}
H82	4,02 ^{ns}	0,53 ^{ns}	4,78 ^{ns}	-1,91 ^{ns}	-5,25 ^{ns}	0,53 ^{ns}
H83	0,70 ^{ns}	-5,40 ^{ns}	4,67 ^{ns}	-2,02 ^{ns}	-5,36 ^{ns}	-5,40 ^{ns}
H88	5,53*	3,93 ^{ns}	4,22 ^{ns}	-2,44 ^{ns}	-5,76*	3,93 ^{ns}
H89	5,84*	2,12 ^{ns}	6,81*	-0,01 ^{ns}	-3,42 ^{ns}	2,12 ^{ns}
H91	4,17 ^{ns}	0,23 ^{ns}	5,45 ^{ns}	-1,29 ^{ns}	-4,65 ^{ns}	0,23 ^{ns}
H93	2,15 ^{ns}	-0,97 ^{ns}	2,56 ^{ns}	-3,99 ^{ns}	-7,26*	-0,97 ^{ns}

Apêndice C – Cont.

Firmeza da polpa						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	-1,14 ^{ns}	-7,39*	-4,71 ^{ns}	-2,05 ^{ns}	-3,58 ^{ns}	-7,39*
H10	-5,01 ^{ns}	-6,97 ^{ns}	-12,79**	-10,35**	-11,75**	-6,97 ^{ns}
H13	-4,08 ^{ns}	-7,34*	-10,65**	-8,16*	-9,59**	-7,34*
H14	-5,70 ^{ns}	-10,61**	-10,32**	-7,82*	-9,25*	-10,61**
H16	-10,38**	-15,87**	-13,84**	-11,44**	-12,81**	-15,87**
H22	-3,54 ^{ns}	-9,73**	-6,92 ^{ns}	-4,32 ^{ns}	-5,81 ^{ns}	-9,73**
H23	-1,11 ^{ns}	-4,87 ^{ns}	-7,47*	-4,89 ^{ns}	-6,37 ^{ns}	-4,87 ^{ns}
H24	3,15 ^{ns}	1,54 ^{ns}	-5,80 ^{ns}	-3,18 ^{ns}	-4,68 ^{ns}	1,54 ^{ns}
H26	-11,57**	-13,94**	-18,28**	-16,00**	-17,31**	-13,94**
H28	8,66*	17,78**	-9,36**	-6,84 ^{ns}	-8,28*	0,85 ^{ns}
H29	-0,78 ^{ns}	-4,91 ^{ns}	-6,78 ^{ns}	-4,18 ^{ns}	-5,67 ^{ns}	-4,91 ^{ns}
H32	-1,69 ^{ns}	-2,04 ^{ns}	-11,33**	-8,86*	-10,27**	-2,04 ^{ns}
H36	-1,26 ^{ns}	-5,06 ^{ns}	-7,55*	-4,98 ^{ns}	-6,45 ^{ns}	-5,06 ^{ns}
H41	2,40 ^{ns}	-1,04 ^{ns}	-4,67 ^{ns}	-2,01 ^{ns}	-3,53 ^{ns}	-1,04 ^{ns}
H46	-4,32 ^{ns}	-8,75*	-9,64**	-7,12 ^{ns}	-8,56*	-8,75*
H48	1,65 ^{ns}	-1,09 ^{ns}	-6,03 ^{ns}	-3,41 ^{ns}	-4,92 ^{ns}	-1,09 ^{ns}
H51	-0,74 ^{ns}	-6,80 ^{ns}	-4,59 ^{ns}	-1,93 ^{ns}	-3,45 ^{ns}	-6,80 ^{ns}
H57	-0,21 ^{ns}	-2,16 ^{ns}	-8,50*	-5,95 ^{ns}	-7,41*	-2,16 ^{ns}
H61	-3,60 ^{ns}	-10,31**	-6,35 ^{ns}	-3,73 ^{ns}	-5,23 ^{ns}	-10,31**
H62	2,40 ^{ns}	1,88 ^{ns}	-7,50*	-4,92 ^{ns}	-6,40 ^{ns}	1,88 ^{ns}
H70	2,98 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-4,95 ^{ns}	-2,30 ^{ns}	-3,82 ^{ns}	0,33 ^{ns}
H71	-3,30 ^{ns}	0,93 ^{ns}	-16,59**	-14,27**	-15,60**	-7,19 ^{ns}
H77	-14,34**	-15,54**	-21,92**	-19,74**	-20,99**	-15,54**
H81	-1,81 ^{ns}	-0,87 ^{ns}	-12,58**	-10,14**	-11,54**	-2,73 ^{ns}
H82	-5,51 ^{ns}	-8,71*	-12,00**	-9,55*	-10,96**	-8,71*
H83	-5,35 ^{ns}	-6,91 ^{ns}	-13,48**	-11,06**	-12,45**	-6,91 ^{ns}
H88	-3,22 ^{ns}	-5,30 ^{ns}	-11,08**	-8,60*	-10,02**	-5,30 ^{ns}
H89	-5,23 ^{ns}	-9,89**	-10,19**	-7,69*	-9,12*	-9,89**
H91	-1,66 ^{ns}	-5,83 ^{ns}	-7,52*	-4,94 ^{ns}	-6,42 ^{ns}	-5,83 ^{ns}
H93	-0,38 ^{ns}	-3,56 ^{ns}	-7,42*	-4,84 ^{ns}	-6,32 ^{ns}	-3,56 ^{ns}

Apêndice C – Cont.

Teor de sólidos solúveis						
Híbrido	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	4,42 ^{ns}	18,91*	2,93 ^{ns}	1,41 ^{ns}	20,00*	-6,92 ^{ns}
H10	5,55 ^{ns}	9,01 ^{ns}	13,13 ^{ns}	11,46 ^{ns}	31,89**	2,31 ^{ns}
H13	3,97 ^{ns}	5,03 ^{ns}	13,81 ^{ns}	12,14 ^{ns}	32,68**	2,93 ^{ns}
H14	1,95 ^{ns}	4,76 ^{ns}	9,77 ^{ns}	8,16 ^{ns}	27,98**	-0,72 ^{ns}
H16	4,37 ^{ns}	5,49 ^{ns}	14,19 ^{ns}	12,51 ^{ns}	33,13**	3,27 ^{ns}
H22	8,20 ^{ns}	10,83 ^{ns}	16,88*	15,16*	36,26**	5,70 ^{ns}
H23	20,35**	26,95**	26,49**	24,63**	47,47**	14,39*
H24	14,79*	33,14**	11,54 ^{ns}	9,90 ^{ns}	30,04**	0,88 ^{ns}
H26	9,36 ^{ns}	14,12*	16,09*	14,38*	35,34**	4,99 ^{ns}
H28	3,68 ^{ns}	6,27 ^{ns}	11,92 ^{ns}	10,28 ^{ns}	30,48**	1,22 ^{ns}
H29	7,67 ^{ns}	18,37*	9,18 ^{ns}	7,58 ^{ns}	27,29**	-1,26 ^{ns}
H32	7,49 ^{ns}	13,28 ^{ns}	13,06 ^{ns}	11,40 ^{ns}	31,81**	2,25 ^{ns}
H36	24,53**	40,50**	23,65**	21,83**	44,15**	11,82 ^{ns}
H41	5,83 ^{ns}	14,13 ^{ns}	9,08 ^{ns}	7,48 ^{ns}	27,17**	-1,35 ^{ns}
H46	9,74 ^{ns}	21,14**	10,91 ^{ns}	9,28 ^{ns}	29,30**	0,30 ^{ns}
H48	-1,34 ^{ns}	0,85 ^{ns}	6,77 ^{ns}	5,20 ^{ns}	24,48**	-3,44 ^{ns}
H51	24,80**	53,91**	16,05*	14,34*	35,29**	4,95 ^{ns}
H57	4,07 ^{ns}	9,87 ^{ns}	9,30 ^{ns}	7,69 ^{ns}	27,43**	-1,15 ^{ns}
H61	5,86 ^{ns}	9,36 ^{ns}	13,43 ^{ns}	11,76 ^{ns}	32,24**	2,58 ^{ns}
H62	0,88 ^{ns}	7,01 ^{ns}	5,51 ^{ns}	3,96 ^{ns}	23,01**	-4,58 ^{ns}
H70	2,91 ^{ns}	2,83 ^{ns}	13,88 ^{ns}	12,21 ^{ns}	32,77**	2,83 ^{ns}
H71	1,15 ^{ns}	-1,77 ^{ns}	15,26*	13,57 ^{ns}	34,38**	-1,77 ^{ns}
H77	19,96**	36,94**	18,01*	16,27*	37,58**	6,72 ^{ns}
H81	5,61 ^{ns}	10,39 ^{ns}	11,92 ^{ns}	10,28 ^{ns}	30,49**	1,22 ^{ns}
H82	4,43 ^{ns}	4,71 ^{ns}	15,17*	13,48 ^{ns}	34,27**	4,16 ^{ns}
H83	3,13 ^{ns}	11,86 ^{ns}	5,79 ^{ns}	4,23 ^{ns}	23,33**	-4,33 ^{ns}
H88	8,21 ^{ns}	5,41 ^{ns}	22,91**	21,11**	43,30**	5,41 ^{ns}
H89	4,80 ^{ns}	4,92 ^{ns}	15,76*	14,06 ^{ns}	34,96**	4,69 ^{ns}
H91	6,12 ^{ns}	7,30 ^{ns}	16,07*	14,37*	35,32**	4,97 ^{ns}
H93	-7,80 ^{ns}	-12,23*	7,37 ^{ns}	5,79 ^{ns}	25,18**	-12,23 ^{ns}

Apêndice C – Cont.

Híbrido	Espessura da polpa					
	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	-2,11 ^{ns}	-19,64 ^{**}	-2,30 ^{ns}	-21,08 ^{**}	-15,76 ^{**}	-19,64 ^{**}
H10	-1,72 ^{ns}	-22,06 ^{**}	3,80 ^{ns}	-16,15 ^{**}	-10,50 ^{**}	-22,06 ^{**}
H13	5,07 ^{ns}	-10,12 ^{**}	-1,32 ^{ns}	-20,29 ^{**}	-14,91 ^{**}	-10,12 ^{**}
H14	-2,13 ^{ns}	-17,63 ^{**}	-5,91 ^{ns}	-24,00 ^{**}	-18,87 ^{**}	-17,63 ^{**}
H16	4,92 ^{ns}	-11,31 ^{**}	0,23 ^{ns}	-19,04 ^{**}	-13,58 ^{**}	-11,31 ^{**}
H22	9,85 ^{**}	-5,67 ^{ns}	2,62 ^{ns}	-17,11 ^{**}	-11,52 ^{**}	-5,67 ^{ns}
H23	-6,77 [*]	-21,50 ^{**}	-10,43 ^{**}	-27,65 ^{**}	-22,77 ^{**}	-21,50 ^{**}
H24	3,77 ^{ns}	-11,08 ^{**}	-2,77 ^{ns}	-21,46 ^{**}	-16,17 ^{**}	-11,08 ^{**}
H26	6,90 [*]	-10,70 ^{**}	3,91 ^{ns}	-16,07 ^{**}	-10,41 ^{**}	-10,70 ^{**}
H28	-1,66 ^{ns}	-18,22 ^{**}	-3,78 ^{ns}	-22,27 ^{**}	-17,03 ^{**}	-18,22 ^{**}
H29	-2,19 ^{ns}	-16,67 ^{**}	-7,62 [*]	-25,38 ^{**}	-20,35 ^{**}	-16,67 ^{**}
H32	9,97 ^{**}	-5,77 ^{ns}	3,04 ^{ns}	-16,77 ^{**}	-11,15 ^{**}	-5,77 ^{ns}
H36	-4,10 ^{ns}	-19,37 ^{**}	-7,65 [*]	-25,41 ^{**}	-20,38 ^{**}	-19,37 ^{**}
H41	10,44 ^{**}	-5,31 ^{ns}	3,38 ^{ns}	-16,50 ^{**}	-10,87 ^{**}	-5,31 ^{ns}
H46	-2,42 ^{ns}	-15,13 ^{**}	-10,44 ^{**}	-27,66 ^{**}	-22,78 ^{**}	-15,13 ^{**}
H48	5,39 ^{ns}	-11,75 ^{**}	2,07 ^{ns}	-17,55 ^{**}	-11,99 ^{**}	-11,75 ^{**}
H51	-6,07 [*]	-25,98 ^{**}	0,29 ^{ns}	-18,99 ^{**}	-13,52 ^{**}	-25,98 ^{**}
H57	3,13 ^{ns}	-12,53 ^{**}	-1,96 ^{ns}	-20,81 ^{**}	-15,47 ^{**}	-12,53 ^{**}
H61	-6,86 [*]	-27,12 ^{**}	0,67 ^{ns}	-18,68 ^{**}	-13,20 ^{**}	-27,12 ^{**}
H62	7,83 [*]	-5,44 ^{ns}	-2,11 ^{ns}	-20,93 ^{**}	-15,60 ^{**}	-5,44 ^{ns}
H70	12,60 ^{**}	-1,07 ^{ns}	1,97 ^{ns}	-17,63 ^{**}	-12,08 ^{**}	-1,07 ^{ns}
H71	-1,95 ^{ns}	-17,60 ^{**}	-5,54 ^{ns}	-23,70 ^{**}	-18,56 ^{**}	-17,60 ^{**}
H77	3,42 ^{ns}	-15,86 ^{**}	4,72 ^{ns}	-15,41 ^{**}	-9,71 ^{**}	-15,86 ^{**}
H81	11,62 ^{**}	-2,99 ^{ns}	2,55 ^{ns}	-17,16 ^{**}	-11,57 ^{**}	-2,99 ^{ns}
H82	0,55 ^{ns}	-17,54 ^{**}	0,51 ^{ns}	-18,81	-13,33 ^{**}	-17,54 ^{**}
H83	-6,22 ^{ns}	-21,21 ^{**}	-9,60 [*]	-26,98 ^{**}	-22,05 ^{**}	-21,21 ^{**}
H88	10,13 [*]	3,23 ^{ns}	-7,88 [*]	-25,59 ^{**}	-20,57 ^{**}	3,23 ^{ns}
H89	0,12 ^{ns}	-20,28 ^{**}	5,01 ^{ns}	-15,18 ^{**}	-9,46 ^{**}	-20,28 ^{**}
H91	5,64 ^{ns}	-11,61 ^{**}	2,45 ^{ns}	-17,25 ^{**}	-11,67 ^{**}	-11,61 ^{**}
H93	2,79 ^{ns}	-14,40 ^{**}	0,38 ^{ns}	-18,92 ^{**}	-13,45 ^{**}	-14,40 ^{**}

Apêndice C – Cont.

Híbrido	Comprimento do fruto					
	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	1,25 ^{ns}	-21,08 ^{**}	-8,53 ^{ns}	-28,19 ^{**}	-36,73 ^{**}	-21,08 ^{**}
H10	-2,81 ^{ns}	-24,61 ^{**}	-11,41 ^{ns}	-30,45 ^{**}	-38,72 ^{**}	-24,61 ^{**}
H13	4,96 ^{ns}	-18,83 ^{**}	-3,81 ^{ns}	-24,49 ^{**}	-33,47 ^{**}	-18,83 ^{**}
H14	-1,76 ^{ns}	-21,76 ^{**}	-14,49 [*]	-32,87 ^{**}	-40,86 ^{**}	-21,76 ^{**}
H16	1,87 ^{ns}	-18,88 ^{**}	-11,32 ^{ns}	-30,38 ^{**}	-38,66 ^{**}	-18,88 ^{**}
H22	-2,03 ^{ns}	-27,25 ^{**}	-2,85 ^{ns}	-23,73 ^{**}	-32,80 ^{**}	-27,25 ^{**}
H23	-12,99 [*]	-35,82 ^{**}	-12,50 [*]	-31,31 ^{**}	-39,48 ^{**}	-35,82 ^{**}
H24	-2,35 ^{ns}	-26,40 ^{**}	-6,04 ^{ns}	-26,24 ^{**}	-35,01 ^{**}	-26,40 ^{**}
H26	0,36 ^{ns}	-27,31 ^{**}	4,96 ^{ns}	-17,60 ^{**}	-27,40 ^{**}	-27,31 ^{**}
H28	4,36 ^{ns}	-18,56 ^{**}	-5,91 ^{ns}	-26,13 ^{**}	-34,92 ^{**}	-18,56 ^{**}
H29	-0,33 ^{ns}	-22,72 ^{**}	-9,08 ^{ns}	-28,62 ^{**}	-37,11 ^{**}	-22,72 ^{**}
H32	2,71 ^{ns}	-23,57 ^{**}	1,42 ^{ns}	-20,38 ^{**}	-29,85 ^{**}	-23,57 ^{**}
H36	-1,00 ^{ns}	-26,24 ^{**}	-2,49 ^{ns}	-23,45 ^{**}	-32,55 ^{**}	-26,24 ^{**}
H41	-6,23 ^{ns}	-29,73 ^{**}	-8,73 ^{ns}	-28,35 ^{**}	-36,87 ^{**}	-29,73 ^{**}
H46	-4,97 ^{ns}	-30,46 ^{**}	-2,83 ^{ns}	-23,71 ^{**}	-32,79 ^{**}	-30,46 ^{**}
H48	16,19 ^{**}	-6,13 ^{ns}	-1,23 ^{ns}	-22,46 ^{**}	-31,68 ^{**}	-6,13 ^{ns}
H51	-2,21 ^{ns}	-26,99 ^{**}	-4,11 ^{ns}	-24,72 ^{**}	-33,68 ^{**}	-26,99 ^{**}
H57	5,73 ^{ns}	-17,08 ^{**}	-5,51 ^{ns}	-25,82 ^{**}	-34,64 ^{**}	-17,08 ^{**}
H61	-11,35 [*]	-36,38 ^{**}	-5,34 ^{ns}	-25,69 ^{**}	-34,52 ^{**}	-36,38 ^{**}
H62	9,86 ^{ns}	-14,41 ^{**}	-0,65 ^{ns}	-22,00 ^{**}	-31,28 ^{**}	-14,41 ^{**}
H70	9,27 ^{ns}	-12,39 [*]	-5,96 ^{ns}	-26,18 ^{**}	-34,95 ^{**}	-12,39 [*]
H71	2,77 ^{ns}	-19,41 ^{**}	-8,15 ^{ns}	-27,89 ^{**}	-36,47 ^{**}	-19,41 ^{**}
H77	8,08 ^{ns}	-13,39 [*]	-6,91 ^{ns}	-26,92 ^{**}	-35,61 ^{**}	-13,39 [*]
H81	8,49 ^{ns}	-12,59 [*]	-7,38 ^{ns}	-27,28 ^{**}	-35,93 ^{**}	-12,59 [*]
H82	4,81 ^{ns}	-17,55 ^{**}	-6,83 ^{ns}	-26,85 ^{**}	-35,55 ^{**}	-17,55 ^{**}
H83	-13,30 [*]	-35,73 ^{**}	-13,72 [*]	-32,27 ^{**}	-40,32 ^{**}	-35,73 ^{**}
H88	5,79 ^{ns}	-13,12 [*]	-12,40 [*]	-31,23 ^{**}	-39,40 ^{**}	-13,12 [*]
H89	5,16 ^{ns}	-16,39 ^{**}	-8,22 ^{ns}	-27,95 ^{**}	-36,52 ^{**}	-16,39 ^{**}
H91	10,98 ^{ns}	-9,03 ^{ns}	-7,84 ^{ns}	-27,65 ^{**}	-36,25 ^{**}	-9,03 ^{ns}
H93	4,13 ^{ns}	-19,95 ^{**}	-3,52 ^{ns}	-24,26 ^{**}	-33,26 ^{**}	-19,95 ^{**}

Apêndice C – Cont.

Híbrido	Diâmetro do fruto					
	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	6,29 ^{ns}	-5,93 ^{ns}	-4,78 ^{ns}	-11,83 ^{**}	-18,04 ^{**}	-5,93 ^{ns}
H10	8,91 [*]	-5,43 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-7,34 ^{ns}	-13,86 ^{**}	-5,43 ^{ns}
H13	8,58 [*]	-2,17 ^{ns}	-4,92 ^{ns}	-11,96 ^{**}	-18,16 ^{**}	-2,17 ^{ns}
H14	10,40 [*]	-0,82 ^{ns}	-2,96 ^{ns}	-10,15 [*]	-16,47 ^{**}	-0,82 ^{ns}
H16	7,28 ^{ns}	-3,37 ^{ns}	-6,02 ^{ns}	-12,98 ^{**}	-19,10 ^{**}	-3,37 ^{ns}
H22	15,88 ^{**}	9,48 [*]	-4,07 ^{ns}	-11,17 ^{**}	-17,43 ^{**}	9,48 [*]
H23	2,07 ^{ns}	-7,69 ^{ns}	-11,02 [*]	-17,62 ^{**}	-23,41 ^{**}	-7,69 ^{ns}
H24	6,44 ^{ns}	-7,99 [*]	-1,58 ^{ns}	-8,87 [*]	-15,28 ^{**}	-7,99 [*]
H26	8,48 [*]	-0,84 ^{ns}	-6,66 ^{ns}	-13,58 ^{**}	-19,66 ^{**}	-0,84 ^{ns}
H28	6,30 ^{ns}	-4,28 ^{ns}	-6,85 ^{ns}	-13,75 ^{**}	-19,82 ^{**}	-4,28 ^{ns}
H29	9,35 [*]	-1,15 ^{ns}	-4,64 ^{ns}	-11,70 ^{**}	-17,92 ^{**}	-1,15 ^{ns}
H32	12,28 ^{**}	2,61 ^{ns}	-3,38 ^{ns}	-10,54 ^{**}	-16,83 ^{**}	2,61 ^{ns}
H36	2,14 ^{ns}	-9,25 [*]	-8,95 [*]	-15,69 ^{**}	-21,63 ^{**}	-9,25 [*]
H41	9,84 [*]	-5,81 ^{ns}	2,68 ^{ns}	-4,93 ^{ns}	-11,62 ^{**}	-5,81 ^{ns}
H46	5,61 ^{ns}	-6,31 ^{ns}	-5,68 ^{ns}	-12,67 ^{**}	-18,82 ^{**}	-6,31 ^{ns}
H48	13,32 ^{**}	3,49 ^{ns}	-2,39 ^{ns}	-9,62 [*]	-15,98 ^{**}	3,49 ^{ns}
H51	2,89 ^{ns}	-11,20 ^{**}	-4,67 ^{ns}	-11,74 ^{**}	-17,95 ^{**}	-11,20 ^{**}
H57	8,83 [*]	-2,98 ^{ns}	-3,41 ^{ns}	-10,57 ^{**}	-16,86 ^{**}	-2,98 ^{ns}
H61	-0,79 ^{ns}	-17,24 ^{**}	-3,48 ^{ns}	-10,63 ^{**}	-16,92 ^{**}	-17,24 ^{**}
H62	12,15 ^{**}	0,87 ^{ns}	-1,58 ^{ns}	-8,87 [*]	-15,29 ^{**}	0,87 ^{ns}
H70	19,00 ^{**}	14,71 ^{**}	-3,63 ^{ns}	-10,77 ^{**}	-17,05 ^{**}	14,71 ^{**}
H71	5,28 ^{ns}	-9,61 [*]	-1,75 ^{ns}	-9,03 [*]	-15,43 ^{**}	-9,61 [*]
H77	7,81 ^{ns}	-5,83 ^{ns}	-1,71 ^{ns}	-9,00 [*]	-15,40 ^{**}	-5,83 ^{ns}
H81	12,70 ^{**}	0,04 ^{ns}	0,57 ^{ns}	-6,88 ^{ns}	-13,43 ^{**}	0,04 ^{ns}
H82	7,77 ^{ns}	-5,46 ^{ns}	-2,33 ^{ns}	-9,57 [*]	-15,93 ^{**}	-5,46 ^{ns}
H83	2,00 ^{ns}	-13,22 ^{**}	-3,58 ^{ns}	-10,73 ^{**}	-17,01 ^{**}	-13,22 ^{**}
H88	16,28 ^{**}	15,03 ^{**}	-8,37 [*]	-15,16 ^{**}	-21,13 ^{**}	15,03 ^{**}
H89	8,05 [*]	-7,69 [*]	1,54 ^{ns}	-5,99 ^{ns}	-12,60 ^{**}	-7,69 [*]
H91	10,76 [*]	-0,42 ^{ns}	-2,74 ^{ns}	-9,95 [*]	-16,28 ^{**}	-0,42 ^{ns}
H93	9,81 [*]	-2,46 ^{ns}	-2,08 ^{ns}	-9,33 [*]	-15,72 ^{**}	-2,46 ^{ns}

Apêndice C – Cont.

Híbrido	Porcentagem do volume da polpa					
	HP	HF	HV1	HV2	HV3	HB
H1	-4,47 ^{ns}	-11,27 ^{**}	14,86 ^{**}	-0,93 ^{ns}	3,24 ^{ns}	-11,27 ^{**}
H10	-5,52 [*]	-11,86 ^{**}	13,02 ^{**}	-2,52 ^{ns}	1,58 ^{ns}	-11,86 ^{**}
H13	-1,83 ^{ns}	-5,47 ^{ns}	13,36 ^{**}	-2,23 ^{ns}	1,89 ^{ns}	-5,47 ^{ns}
H14	-11,22 ^{**}	-14,62 ^{**}	2,64 ^{ns}	-11,48 ^{**}	-7,74 [*]	-14,62 ^{**}
H16	-3,65 ^{ns}	-9,39 ^{**}	14,21 ^{**}	-1,50 ^{ns}	2,65 ^{ns}	-9,39 ^{**}
H22	-3,95 ^{ns}	-10,58 ^{**}	15,17 ^{**}	-0,67 ^{ns}	3,51 ^{ns}	-10,58 ^{**}
H23	-5,42 ^{ns}	-9,85 ^{**}	10,43 ^{**}	-4,76 ^{ns}	-0,74 ^{ns}	-9,85 ^{**}
H24	-2,93 ^{ns}	-3,07 ^{ns}	7,90 [*]	-6,93 [*]	-3,00 ^{ns}	-3,07 ^{ns}
H26	-6,46 [*]	-12,36 ^{**}	11,33 ^{**}	-3,98 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-12,36 ^{**}
H28	-4,76 ^{ns}	-8,83 ^{**}	10,67 ^{**}	-4,54 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	-8,83 ^{**}
H29	-10,56 ^{**}	-14,72 ^{**}	4,39 ^{ns}	-9,97 ^{**}	-6,17 ^{ns}	-14,72 ^{**}
H32	-4,87 ^{ns}	-7,42 [*]	8,59 [*]	-6,34 ^{ns}	-2,38 ^{ns}	-7,42 [*]
H36	-11,93 ^{**}	-15,01 ^{**}	1,45 ^{ns}	-12,50 ^{**}	-8,80 [*]	-15,01 ^{**}
H41	-1,42 ^{ns}	-2,51 ^{ns}	10,67 ^{**}	-4,54 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	-2,51 ^{ns}
H46	-13,75 ^{**}	-14,61 ^{**}	-3,28 ^{ns}	-16,58 ^{**}	-13,06 ^{**}	-14,61 ^{**}
H48	-7,16 ^{**}	-14,22 ^{**}	12,31 ^{**}	-3,13 ^{ns}	0,95 ^{ns}	-14,22 ^{**}
H51	-6,63 [*]	-12,04 ^{**}	10,44 ^{**}	-4,74 ^{ns}	-0,72 ^{ns}	-12,04 ^{**}
H57	-5,93 [*]	-9,44 ^{**}	8,65 [*]	-6,29 ^{ns}	-2,34 ^{ns}	-9,44 ^{**}
H61	-6,64 [*]	-12,38 ^{**}	10,90 ^{**}	-4,35 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-12,38 ^{**}
H62	-3,88 ^{ns}	-5,79 ^{ns}	8,92 [*]	-6,06 ^{ns}	-2,09 ^{ns}	-5,79 ^{ns}
H70	-7,72 ^{**}	-13,43 ^{**}	9,69 [*]	-5,40 ^{ns}	-1,40 ^{ns}	-13,43 ^{**}
H71	-7,65 ^{**}	-10,57 ^{**}	5,97 ^{ns}	-8,60 ^{**}	-4,74 ^{ns}	-10,57 ^{**}
H77	-9,50 ^{**}	-14,75 ^{**}	7,05 ^{ns}	-7,67 [*]	-3,77 ^{ns}	-14,75 ^{**}
H81	-4,51 ^{ns}	-6,64 [*]	8,47 [*]	-6,45 [*]	-2,50 ^{ns}	-6,64 [*]
H82	-8,68 ^{**}	-13,88 ^{**}	7,90 [*]	-6,93 [*]	-3,00 ^{ns}	-13,88 ^{**}
H83	-18,22 ^{**}	-17,00 ^{**}	-10,52 ^{**}	-22,83 ^{**}	-19,57 ^{**}	-19,40 ^{**}
H88	-8,17 ^{**}	-12,36 ^{**}	7,06 ^{ns}	-7,67 [*]	-3,77 ^{ns}	-12,36 ^{**}
H89	-3,86 ^{ns}	-9,65 ^{**}	14,03 ^{**}	-1,65 ^{ns}	2,49 ^{ns}	-9,65 ^{**}
H91	-2,95 ^{ns}	-6,77 [*]	12,34 ^{**}	-3,11 ^{ns}	0,97 ^{ns}	-6,77 [*]
H93	-7,66 ^{**}	-14,37 ^{**}	11,21 ^{**}	-4,08 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-14,37 ^{**}

** e *: Significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t.; ns: não significativo.

Apêndice D. Estimativas da capacidade específica de combinação para a característica peso do fruto (PF), firmeza do fruto (FF), firmeza da polpa (FP), teor de sólidos solúveis (TSS), espessura da polpa (EP), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF) e porcentagem do volume da polpa (%VP) para os híbridos com padrão 'Formosa'.

'Formosa'								
Cruzamento	PF	FF	FP	TSS	EP	CF	DF	%VP
SS-72/12 X UCLA08-004	-56.98 ^{ns}	-0.57 ^{ns}	-2.03 ^{ns}	0.31 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	-1.20 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-0.64 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-005	90.84 ^{ns}	1.34 ^{ns}	-4.88*	1.01*	0.19**	-0.01 ^{ns}	0.41 ^{ns}	2.22 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-010	-9.15 ^{ns}	-0.64 ^{ns}	2.57 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	0.89 ^{ns}	-0.51 ^{ns}	0.29 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-012	-80.27 ^{ns}	1.29 ^{ns}	-4.36 ^{ns}	1.38**	-0.05 ^{ns}	-1.84*	-0.06 ^{ns}	-1.78 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-013	-25.27 ^{ns}	7.38**	5.16*	1.00*	-0.01 ^{ns}	0.21 ^{ns}	-0.49 ^{ns}	1.89 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-026	-48.76 ^{ns}	9.35**	6.29**	-1.14*	0.02 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.14 ^{ns}	2.46 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-028	81.03 ^{ns}	7.85**	2.42 ^{ns}	-2.33**	0.29**	1.41 ^{ns}	0.52 ^{ns}	6.93**
SS-72/12 X UCLA08-037	-31.40 ^{ns}	-1.36 ^{ns}	3.50 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	-0.29 ^{ns}	4.20*
SS-72/12 X UCLA08-052	-42.77 ^{ns}	3.86 ^{ns}	-2.45 ^{ns}	-0.73 ^{ns}	-0.24**	-0.42 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	-5.28**
SS-72/12 X UCLA08-055	92.50 ^{ns}	-4.55 ^{ns}	-2.44 ^{ns}	-0.23 ^{ns}	0.15*	0.15 ^{ns}	0.38 ^{ns}	0.94 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-057	9.84 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	6.94**	-0.67 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.98 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	5.80**
SS-72/12 X UCLA08-061	-13.69 ^{ns}	3.70 ^{ns}	4.80*	-0.25 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	0.66 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	1.03 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-062	-85.61 ^{ns}	0.79 ^{ns}	2.23 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	0.06 ^{ns}	-1.96*	0.18 ^{ns}	0.47 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-064	-4.22 ^{ns}	-0.46 ^{ns}	-3.85 ^{ns}	-0.69 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.07 ^{ns}	1.88 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-066	-100.14 ^{ns}	-1.87 ^{ns}	-0.58 ^{ns}	0.28 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.72 ^{ns}	-0.30 ^{ns}	0.61 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-070	-83.59 ^{ns}	-1.13 ^{ns}	3.44 ^{ns}	0.54 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.17 ^{ns}	-0.24 ^{ns}	0.45 ^{ns}

Apêndice D – Cont.

‘Formosa’								
Cruzamento	PF	FF	FP	TSS	EP	CF	DF	%VP
SS-72/12 X UCLA08-074	147.30*	-0.44 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.60 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.24 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	-3.07 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-076	-8.49 ^{ns}	-1.05 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.06 ^{ns}	-0.83 ^{ns}	0.25 ^{ns}	3.09 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-078	-4.67 ^{ns}	-0.72 ^{ns}	-2.36 ^{ns}	0.65 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	1.61*	-0.42 ^{ns}	1.12 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-079	-16.08 ^{ns}	-6.12*	-3.05 ^{ns}	-0.81 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.57 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-5.13**
SS-72/12 X UCLA08-080	30.56 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	6.04**	0.48 ^{ns}	-0.15*	0.40 ^{ns}	0.07 ^{ns}	-4.30*
SS-72/12 X UCLA08-084	30.19 ^{ns}	-6.45*	-8.37**	0.42 ^{ns}	0.06 ^{ns}	-0.77 ^{ns}	0.38 ^{ns}	-3.64*
SS-72/12 X UCLA08-091	42.64 ^{ns}	-1.29 ^{ns}	1.26 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	0.16*	-0.35 ^{ns}	0.45 ^{ns}	0.88 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-092	-2.21 ^{ns}	1.21 ^{ns}	-1.17 ^{ns}	-0.71 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.93 ^{ns}	-0.27 ^{ns}	-1.20 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-096	128.34*	-3.75 ^{ns}	-5.78*	-0.40 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.57*	-7.55**
SS-72/12 X UCLA08-097	-91.06 ^{ns}	6.95**	5.15*	0.61 ^{ns}	-0.24**	-0.58 ^{ns}	-0.54 ^{ns}	-6.85**
SS-72/12 X UCLA08-105	-81.51 ^{ns}	-2.86 ^{ns}	2.48 ^{ns}	-0.49 ^{ns}	-0.13*	1.14 ^{ns}	-0.60*	-0.08 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-112	-86.41 ^{ns}	-1.49 ^{ns}	-5.46*	0.10 ^{ns}	0.03 ^{ns}	-0.30 ^{ns}	0.10 ^{ns}	7.49**
SS-72/12 X UCLA08-114	68.49 ^{ns}	-2.19 ^{ns}	-3.78 ^{ns}	1.47**	0.05 ^{ns}	0.44 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.70 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-122	150.54*	-6.52*	-2.02 ^{ns}	0.92 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.60*	-2.95 ^{ns}

** e *: Significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t.;ns: não significativo.

Apêndice E. Estimativas da capacidade específica de combinação para a característica peso do fruto (PF), firmeza do fruto (FF), firmeza da polpa (FP), teor de sólidos solúveis (TSS), espessura da polpa (EP), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF) e porcentagem do volume da polpa (%VP) para os híbridos com padrão 'Intermediários'.

'Intermediários'								
Cruzamento	PMF	FF	FP	TSS	EP	CF	DF	%VP
SS-72/12 X UCLA08-001	-81.99 ^{ns}	1.49 ^{ns}	4.49 ^{ns}	-0.99 [*]	-0.02 ^{ns}	-0.39 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	4.13 [*]
SS-72/12 X UCLA08-014	52.90 ^{ns}	-1.74 ^{ns}	-2.82 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.94 ^{ns}	0.36 ^{ns}	2.89 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-020	-26.71 ^{ns}	-5.76 [*]	-0.89 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.50 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	3.11 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-021	-100.52 ^{ns}	-6.15 [*]	-0.59 ^{ns}	-0.33 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	-1.52 ^{ns}	0.06 ^{ns}	-4.15 [*]
SS-72/12 X UCLA08-025	-99.32 ^{ns}	-2.91 ^{ns}	-3.77 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.92 ^{ns}	-0.23 ^{ns}	3.69 [*]
SS-72/12 X UCLA08-033	25.20 ^{ns}	-0.54 ^{ns}	2.49 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.68 ^{ns}	-0.04 ^{ns}	4.34 [*]
SS-72/12 X UCLA08-034	-159.66 ^{**}	6.38 [*]	1.99 ^{ns}	1.30 [*]	-0.22 ^{**}	-1.14 ^{ns}	-0.71 [*]	1.13 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-036	2.32 ^{ns}	0.64 ^{ns}	3.50 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.20 ^{ns}	-0.58 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-038	78.17 ^{ns}	-1.87 ^{ns}	-7.79 ^{**}	0.29 ^{ns}	0.13 [*]	2.15 [*]	-0.29 ^{ns}	1.74 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-041	-41.52 ^{ns}	1.89 ^{ns}	0.28 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.31 ^{ns}	1.30 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-043	-62.02 ^{ns}	-0.60 ^{ns}	2.62 ^{ns}	-0.39 ^{ns}	-0.15 [*]	-0.50 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	-2.96 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-047	56.12 ^{ns}	-2.86 ^{ns}	-1.50 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.11 ^{ns}	1.48 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.11 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-053	55.69 ^{ns}	2.45 ^{ns}	1.92 ^{ns}	1.03 [*]	-0.15 [*]	0.74 ^{ns}	-0.51 ^{ns}	-4.95 ^{**}
SS-72/12 X UCLA08-060	70.34 ^{ns}	6.00 [*]	4.53 [*]	-0.39 ^{ns}	0.12 ^{ns}	-0.43 ^{ns}	0.61 [*]	1.30 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-069	4.04 ^{ns}	1.49 ^{ns}	0.03 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	-0.22 ^{**}	0.68 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	-8.16 ^{**}
SS-72/12 X UCLA08-071	79.46 ^{ns}	-0.42 ^{ns}	3.29 ^{ns}	-0.62 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.98 ^{ns}	0.12 ^{ns}	2.41 ^{ns}

Apêndice E – Cont.

‘Intermediários’								
Cruzamento	PMF	FF	FP	TSS	EP	CF	DF	%VP
SS-72/12 X UCLA08-075	21.65 ^{ns}	4.67 ^{ns}	4.60*	0.28 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.44 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	1.14 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-082	-0.46 ^{ns}	-1.29 ^{ns}	1.06 ^{ns}	-0.37 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.08 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-087	26.17 ^{ns}	0.45 ^{ns}	3.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.45 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-088	36.85 ^{ns}	6.81*	1.97 ^{ns}	-0.74 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	1.09 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.11 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-101	33.05 ^{ns}	2.23 ^{ns}	4.27 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.63 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-102	-29.19 ^{ns}	-0.30 ^{ns}	-6.27**	0.21 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	-0.32 ^{ns}	0.18 ^{ns}	-1.89 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-111	69.92 ^{ns}	-3.41 ^{ns}	-11.09**	0.48 ^{ns}	0.17*	0.07 ^{ns}	0.26 ^{ns}	-1.16 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-113	85.96 ^{ns}	0.49 ^{ns}	-2.02 ^{ns}	-0.61 ^{ns}	0.14*	0.72 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.29 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-115	49.27 ^{ns}	-3.90 ^{ns}	-2.64 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.18 ^{ns}	0.41 ^{ns}	-0.20 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-118	77.70 ^{ns}	-0.32 ^{ns}	-2.11 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.58 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-119	-0.72 ^{ns}	-0.46 ^{ns}	-3.45 ^{ns}	-0.72 ^{ns}	-0.20**	-1.37 ^{ns}	0.00 ^{ns}	-13.07**
SS-72/12 X UCLA08-125	-145.49**	-0.99 ^{ns}	-1.28 ^{ns}	0.95 ^{ns}	-0.15*	-1.12 ^{ns}	-0.46 ^{ns}	-1.16 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-126	51.15 ^{ns}	2.12 ^{ns}	-0.47 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.15*	-0.33 ^{ns}	0.50 ^{ns}	3.57*
SS-72/12 X UCLA08-127	-187.58**	-1.09 ^{ns}	2.64 ^{ns}	0.42 ^{ns}	-0.19**	-1.25 ^{ns}	-0.48 ^{ns}	1.74 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-128	-10.49 ^{ns}	0.48 ^{ns}	1.95 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	0.09 ^{ns}	2.42 ^{ns}
SS-72/12 X UCLA08-131	69.70 ^{ns}	-2.99 ^{ns}	2.04 ^{ns}	-0.56 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.55 ^{ns}	0.15 ^{ns}	1.66 ^{ns}

** e *: Significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t.;ns: não significativo.