

DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÃO SEGREGANTE DE
PASSIFLORA VIA CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES

GÉSSICA XAVIER TORRES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2018

DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÃO SEGREGANTE DE
PASSIFLORA VIA CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES

GÉSSICA XAVIER TORRES

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Pio Viana

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCH / UENF

038/2018

T693 Torres, Géssica Xavier.

Diversidade genética em população segregante de passiflora via características de sementes / Géssica Xavier Torres. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

82 f. : il.

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

Orientador: Alexandre Pio Viana.

1. *Passiflora edulis*. 2. Fenotipagem Digital. 3. Qualidade Morfofisiológica das Sementes. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 634.425


DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÃO SEGREGANTE DE PASSIFLORA
VIA CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES

GÉSSICA XAVIER TORRES

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

Aprovada em 22 de Fevereiro de 2018.


Comissão Examinadora:




Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF



Prof. Marcelo Geraldo de Moraes Silva (D.Sc., Produção Vegetal) - IFF



Dra. Daniele Lima Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF



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

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Jucimar e Gerlani, irmãos e sobrinhos por todo carinho, esforço e incentivo.

AGRADECIMENTOS

O meus agradecimentos são primeiramente a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui, a Ele toda honra e toda glória nos céus e na terra, porque dEle, por Ele, para Ele são todas as coisas!

A meu pai Jucimar Torres e minha mãe Gerlani Xavier Torres, meus irmãos Jucelanio, Jefferson, Gileane, Sâmua e Mateus, meus sobrinhos Julia, Alícia, Hellen, Kaison, Heloyse e Lorenapelo apoio, incentivo e orações nessa minha trajetória;

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Pio Viana pelo conhecimento compartilhado, paciência para com a minha pessoa, apoio e confiança depositada para o desenvolvimento da pesquisa, os meus sinceros agradecimentos!

Ao Prof. Dr. Henrique Duarte Vieira, sempre solícito para auxiliar-me em tudo que fosse necessário para a realização dos testes e por todo conhecimento compartilhado, os meus sinceros agradecimentos!

À Dra Daniele Lima Rodrigues pela paciência, conhecimento compartilhado, e auxílio no desenvolvimento do experimento e companheirismo de sempre, meu muito obrigada!

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação em Produção Vegetal, a FAPERJ pela concessão da bolsa;

Aos meus amigos de Laboratório Dra. Sandra, Flavia, Beatriz, Raiane, Valquíria, Paulo, Misael, Moisés, Junior, Natan, Bruno, Dr. Rodrigo, Dra Eileen e Odimar, por todos os momentos de descontrações, pelos churrascos, pelos cafés da tarde, pelo apoio, incentivo e por terem me ajudado em algumas etapas do meu experimento, vocês estarão sempre em meu coração. Meus sinceros agradecimentos a todos vocês!

A equipe do laboratório de Tecnologia de Sementes, muito obrigada!

Às minhas amigas Sara, Ellen, Ruth, Marcele, Selsiane, Mayara e Jaqueline, obrigada pela amizade, pelas viagens, almoços, pizzas e muitas risadas, vocês sempre estarão em meu coração!

A Priscila e Letícia por terem me acolhido no início da minha trajetória no mestrado;

A todos os meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CAPÍTULO I: DIVERGÊNCIA DE GENÓTIPOS OBTIDOS DE POPULAÇÃO SEGREGANTE VIA FENOTIPAGEM DIGITAL.....	3
2.1. INTRODUÇÃO.....	4
2.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.2.1. Aspectos gerais de Passifloraceae.....	6
2.2.2. Programa de melhoramento genético da cultura do maracujazeiro na UENF	7
2.2.3. Estudos de divergência genética em populações.....	8
2.2.4. Fenotipagem digital de sementes em programas de melhoramento genético de plantas.....	9
2.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.3.1. Origem do material vegetal utilizado.....	11
2.3.2. Captura de imagens de sementes.....	11
2.3.3. Análise multivariada.....	15
2.3.4. Delineamento experimental.....	16
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
2.4.1. Análise de variância.....	17

2.4.2. Importância de caracteres por distância generalizada de Mahalanobis	17
2.4.3. Divergência genética.....	22
2.5. RESUMO E CONCLUSÕES	26
3. CAPÍTULO II: VARIÁVEIS MORFOFISIOLÓGICAS DE SEMENTES E SUAS CONTIBUIÇÕES PARA A DIVERSIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÃO SEGREGANTE DE <i>Passiflora</i> sp.....	28
3.1. INTRODUÇÃO	29
3.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
3.2.1. Germinação de sementes	31
3.2.2. Vigor de sementes	32
3.2.3. Diversidade genética em estudos de sementes.....	33
3.2.4. Análise multivariada e métodos de agrupamento em estudos de divergência genética	34
3.3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.3.1. Determinação do grau de umidade	37
3.3.2. Peso de mil sementes	37
3.3.3. Teste de germinação (G)	37
3.3.4. Primeira contagem do teste de germinação (PCG).....	38
3.3.5. Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER).....	38
3.3.6. Comprimento de plântulas (CP) e de radícula (CR).....	38
3.3.7. Caracteres morfológicos	38
3.3.8. Análise multivariada	39
3.3.9. Delineamento experimental.....	39
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.4.1. Análise de agrupamento dos genótipos com base em variáveis de qualidade fisiológica e morfológica de sementes	40
3.4.2. Qualidade física das sementes	42
3.4.1.1. Umidade de sementes	42
3.4.1.2. Peso de mil sementes.....	44
3.4.3. Qualidade fisiológica entre genótipos de população segregante de <i>Passiflora</i>	45
3.5. RESUMO E CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICES.....	59

RESUMO

TORRES, Gécica Xavier; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2018. DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÃO SEGREGANTE DE PASSIFLORA VIA CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES. Orientador: Prof. Alexandre Pio Viana. Conselheiro: Prof. Henrique Duarte Vieira.

A qualidade fisiológica é um fator primordial para avaliação de um lote de sementes que pode ser avaliado através das respostas de germinação, vigor e resistência ao estresse, que facilitam a comparação de desempenho entre lotes mais ou menos vigorosos. É importante conhecer as características das sementes dos híbridos e retrocruzamentos, pois não é de conhecimento os aspectos de germinação desses genótipos. Também outras técnicas vêm sendo adotadas para estudo em sementes como a fenômica, via análise digital de imagens. Técnica esta que obtém informações como forma, tamanho, coloração, danos mecânicos, entre outros. Em um primeiro experimento, foram utilizados frutos de 110 genótipos de população segregante de Passiflora (*P. edulis*, *P. setacea*, híbridos F1 e retrocruzamentos Rc1) provenientes do programa de melhoramento do maracujazeiro-azedo visando resistência ao CABMV, avaliação de imagens de sementes pelo equipamento GroundEye®. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 50 sementes de cada genótipo para captura de imagens onde foram obtidas variáveis de cor, geometria e textura de sementes. Foi aplicada a análise multivariada de dados, para importância de caracteres de

variáveis de imagens de sementes foi utilizada a distância generalizada de Mahalanobis e o método de agrupamento UPGMA, e por meio da distância euclidiana houve a construção dos dendrogramas. A análise de variância apresentada revelou resultados significativos, em 1% de probabilidade, pelo teste F, entre os genótipos, para todas as características avaliadas, indicando a disponibilidade de variabilidade genética entre os genótipos. Houve um maior número de variáveis de geometria presentes na formação do dendrograma, porém as que mais contribuíram foram as variáveis relacionadas à textura das sementes. O Rc02 apresentou características de sementes mais próximas ao *P. edulis*, de acordo com o dendrograma com contribuições acima de 2% e a 5% para importância de caracteres. A ferramenta GroundEye[®] por si só não é eficaz para separação dos parentais, sendo necessários testes morfofisiológicos para haver uma comparação com mais eficácia para a avaliação da divergência. Em um segundo experimento foi feito além da fenotipagem digital, a avaliação da qualidade fisiológica e física das sementes provenientes da população segregante de Passiflora. Os testes de avaliação de qualidade física foram a determinação do grau de umidade (U%) e peso de mil sementes (PMS). Para a avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), comprimento de plântula (CP) e comprimento de radícula (CR). A análise multivariada foi empregada e os métodos utilizados foram agrupamento hierárquico (UPGMA) e componentes principais (PCA). As variáveis de qualidade fisiológica, para este estudo, foram expressivas. Foram formados três grupos, onde os parentais se encontraram em grupos distintos. Os métodos de agrupamentos foram eficientes para a avaliação do índice de dissimilaridade de genótipos de maracujazeiro-azedo.

ABSTRACT

TORRES, G ssica Xavier; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2018. GENETIC DIVERSITY IN SEGREGANT POPULATION OF PASSIFLORA VIA SEED CHARACTERISTICS. Advisor: Prof. Alexandre Pio Viana. Committee member: Prof. Henrique Duarte Vieira.

Physiological quality is a prime factor for evaluating a seed lot that can be evaluated through germination, vigor and stress resistance responses, which facilitate the comparison of performance between more or less vigorous lots. It is important to know the characteristics of the seeds of hybrids and backcrosses, since the germination aspects of these genotypes are not known. Also other techniques have been adopted to study seeds as the phenomena, through digital analysis of images. This technique obtains information like shape, size, coloration, mechanical damages, among others. In a first experiment, fruits of 110 genotypes of Passiflora segregating population (*P. edulis*, *P. setacea*, F1 hybrids and Rc1 backcrosses) were harvested from the passion fruit-berry breeding program aiming at resistance to CABMV, evaluation of seed images GroundEye® equipment. The experimental design was completely random, with 50 seeds of each genotype for image capture where color, geometry and seed texture variables were obtained. The multivariate data analysis was applied, for the importance of characters of variables of seed images, the generalized Mahalanobis distance and the UPGMA grouping method were used, and the dendrograms were constructed through the Euclidean distance. The analysis of

variance showed significant results, at 1% probability, by the F test, among the genotypes, for all characteristics evaluated, indicating the availability of genetic variability among the genotypes. There was a greater number of geometry variables present in the dendrogram formation, but the variables that contributed the most were the texture of the seeds. The Rc 02 presented seed characteristics closer to *P. edulis*, according to the dendrogram with contributions above 2% and 5% for importance of characters. The GroundEye® tool alone is not effective for separation of the parents, and morphological tests are necessary for a more effective comparison to evaluate the divergence. A second experiment was done in addition to digital phenotyping, the evaluation of the physiological and physical quality of the seeds from the segregating population of *Passiflora*. The physical quality evaluation tests were the determination of the degree of moisture (U%) and weight of a thousand seeds (PMS). For the evaluation of the physiological quality, germination (G), first germination count (PCG), rate of radicle emission rate (IVER), seedling size (TP) and radicle size (TR) were performed. The multivariate analysis was used and the methods used were hierarchical grouping (UPGMA) and main components (PCA). The physiological quality variables for this study were expressive. Three groups were formed, where the parents were in different groups. The grouping methods were efficient for the evaluation of dissimilarity index of passion fruit genotypes.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o maior produtor de maracujá com uma produção de 703.489 toneladas sem uma área de 50.204 mil hectares, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - (IBGE, 2016), sendo o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis*) predominante nos plantios do País. (Meletti et al., 2011). A região Nordeste vem liderando a produção desta cultura, com 489.898 toneladas, seguido pela região sudeste com uma produção de 98.821 toneladas. O Estado do Rio de Janeiro apresentou uma inexpressiva produção de 5.956 toneladas, em uma área de 384 há (IBGE, 2016).

Desse modo, a cultura do maracujazeiro-azedo tem destaque no que se refere à fruticultura tropical, um segmento que tem se expandido nos últimos anos, sendo uma das frutíferas mais procuradas entre os pequenos produtores por ser considerada como uma alternativa agrícola interessante para a pequena propriedade, por oferecer um rápido retorno econômico (Meletti et al., 2010).

Os problemas fitossanitários acometidos a cultura levam ao baixo rendimento, destacando-se a antracnose ocasionada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, morte prematura pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *Passiflorae* e o endurecimento dos frutos, pelo vírus *Cowpea aphid-borne mosaicvirus* (CABMV). (Nascimento et al., 2004; Fischer et al., 2007). Dentre essas, a virose do endurecimento dos frutos é de grande importância, pois as plantas infectadas apresentam diminuição da área foliar com conseqüente

redução do número, peso, qualidade e do valor comercial dos frutos (Nascimento et al., 2004).

É de grande relevância trabalhos voltados ao melhoramento visando à resistência do maracujazeiro ao CABMV e com esse objetivo, o programa de melhoramento do maracujazeiro da UENF, através de novas abordagens vem se consolidando a cada dia, desde o ano de 2010 desenvolve trabalhos voltados a este grande problema que afeta os plantios de maracujá. Inserido nesse programa diversos trabalhos têm sido conduzidos para obtenção de uma nova cultivar resistente a essa importante doença, com população segregante obtida do cruzamento da espécie comercial *Passiflora edulis* com a que possui resistência, *Passiflora setacea*, como forma de inserir alelos de resistência ao CABMV.

Para a caracterização de uma população com base nas características de suas sementes, a análise digital de imagens pode fornecer informações de forma, tamanho, coloração, danos mecânicos, entre outros. Dentre os equipamentos utilizados e programas computacionais, o equipamento GroundEye® desenvolvido pela empresa Tbit, é o único equipamento no mercado nacional desenvolvido especificamente para análise visual das sementes. Faz o processamento dos dados da análise, em forma de gráficos que auxiliam na distinção das características em estudo (Andrade, 2014).

Outros atributos também utilizados como forma de avaliar e caracterizar uma determinada população se dão por meio da qualidade fisiológica das sementes através das respostas de germinação, vigor e resistência ao estresse, que facilitam a comparação de desempenho entre lotes mais ou menos vigorosos, com o objetivo de identificar uniformidade de estabelecimento da população de plantas, maior velocidade de germinação, maior resistência a temperaturas adversas, entre outros (Marcos Filho, 2005), fornecendo informações indispensáveis ao potencial de desempenho das sementes.

Desta forma, o presente trabalho visa fazer uma avaliação da diversidade genética da população segregante de cruzamento interespecífico entre *P. edulis* e *P. setacea* por meio de respostas de germinação, vigor e análise de sementes via fenotipagem digital.

2. CAPÍTULO I

DIVERGÊNCIA DE GENÓTIPOS OBTIDOS DE POPULAÇÃO SEGREGANTE VIA FENOTIPAGEM DIGITAL

2.1. INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* possui uma grande diversidade e a espécie mais cultivada é *Passiflora edulis* (*Passiflora in Flora do Brasil*, 2017). O conhecimento e a identificação da variabilidade entre as espécies são de grande importância para identificação de genótipos superiores e para o estabelecimento de estratégias apropriadas para alcançar sucesso no melhoramento genético das espécies.

O estudo da divergência e das relações genéticas visa dar suporte às estratégias de seleção para melhoria da qualidade fisiológica de sementes. (Cardoso et al., 2009). Dessa forma, a determinação antecipada da qualidade fisiológica é de grande importância nos programas de melhoramento. Essa qualidade das sementes pode ser investigada precocemente, podendo ser inferida de forma preditiva com base nas características agronômicas, morfológicas, de qualidade nutricional, fisiológicas ou ainda moleculares (Santos et al., 2012).

A fenotipagem digital de sementes tem sido primordial nesse contexto, pois é responsável pela captura e análise de imagens que ao final possibilita a elaboração de planilhas e gráficos com informações sobre o material estudado, facilitando a identificação e caracterização dos diferentes genótipos avaliados.

Com essa ferramenta em mãos pode-se quantificar a diversidade da população em estudo e com auxílios de técnicas de análise multivariada, as quais

quantificam as medidas de dissimilaridade, permitindo expressar o grau de diversidade genética entre os genitores analisados (Cruz et al., 2004).

Assim, a análise de componentes principais é uma técnica multivariada, que tem por objetivo descrever os dados contidos em um quadro indivíduos-variáveis numéricas: p variáveis serão mediadas com n indivíduos, esta é considerada um método fatorial, pois a redução do número de variáveis se faz pela construção de novas variáveis sintéticas, obtidas pela combinação linear das variáveis iniciais, por meio dos fatores (Bouroche, 1982). O método de agrupamento, cuja aplicação depende da utilização de uma medida de dissimilaridade previamente estimada, tem o objetivo de propor uma estrutura classificatória, ou de reconhecimento da existência de grupos, objetivando, mais especificamente, dividir o conjunto de observações em um número de grupos homogêneos, segundo algum critério de homogeneidade (Regazzi, 2001). Este estudo possibilita averiguar quais os caracteres contribuíram para a diversidade de uma população.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou caracterizar genótipos de cruzamentos entre populações segregantes de *P. edulis* x *P. setacea* via fenotipagem digital de sementes.

2.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2.1. Aspectos gerais de Passifloraceae

O Brasil é o segundo maior centro de diversidade da família Passifloraceae, o gênero *Passiflora* é originário das regiões tropicais da América do Sul, possui 145 espécies nativas do Brasil, sendo 83 espécies endêmicas (*Passiflora in Flora do Brasil*, 2017). Do gênero *Passiflora*, o maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) corresponde a mais de 95% dos pomares, devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento em suco (Meletti; Bruckner, 2001).

O gênero é composto por trepadeiras de hábito lenhoso ou herbáceo, com gavinhas, raramente eretas, arbustos, árvores ou lianas e a maioria das espécies floresce abundantemente quase o ano inteiro (Nunes e Queiroz, 2006).

As flores podem apresentar uma vasta série de cores e são geralmente hermafroditas e de simetria radial (Vanderplank, 2000; Ulmer e Macdougall, 2004).

Os frutos podem ser classificados como bagas, indeiscentes ou cápsulas deiscentes, globosos ou ovoides, apresentam coloração amarela, verde, vermelha e roxa (Vanderplank, 2000; Ulmer e Macdougall, 2004; Nunes e Queiroz, 2006).

As sementes são comprimidas, reticuladas, pontuadas ou transversalmente alveoladas, cobertas por um arilo mucilaginoso. (Nunes e Queiroz, 2006). No maracujazeiro-azedo, quando se trata da tolerância à secagem para o armazenamento, são classificadas como intermediárias, pois resistem à mediana perda de umidade (Catunda et al., 2003).

A propagação do maracujazeiro é feita em nível comercial, por sementes, devido à simplicidade de execução e da infraestrutura necessária no viveiro (Meletti, 2002).

Além disso, o cultivo do maracujazeiro é uma alternativa agrícola interessante para a pequena propriedade, sendo a fruteira que mais tem atraído os produtores por oferecer rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma receita distribuída por maior parte do ano (Meletti et al., 2010).

2.2.2. Programa de melhoramento genético da cultura do maracujazeiro na UENF

Na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), o programa de melhoramento genético do maracujazeiro teve início em 1998, com a coleta inicial de vários genótipos em três regiões produtoras e distintas do Estado do Rio de Janeiro (Viana et al., 2003, 2004), visando obter um material produtivo e adaptado à região Norte e Noroeste Fluminense e em 2015 culminou no lançamento da cultivar UENF-Rio Dourado. (Viana et al., 2016). No entanto, devido aos grandes prejuízos causados à cultura pelo CABMV, houve a necessidade de iniciar um novo programa, inserido ao programa de melhoramento genético de maracujazeiro, visando à resistência a este vírus, assim, em 2009 foi indicado a partir do cruzamento entre as espécies *P. setacea* (resistente ao CABMV) e *P. edulis* (espécie de interesse comercial e suscetível), a fim de identificar genótipos superiores para alcançar melhoria da cultura do maracujazeiro-azedo na Região Norte e Noroeste Fluminense. (Santos et al., 2014; Santos et al., 2015). Inserido a esse programa, vários trabalhos foram e estão sendo conduzidos. Foi avaliada a herança de resistência do vírus CABMV e a hipótese de herança monogênica foi descartada. Dessa população foi realizada uma caracterização morfoagronômica para caracteres de produção de fruto, onde se observou que os genótipos selecionados apresentaram bom ganho com a seleção para as características relacionadas à produção, principalmente quanto ao número de frutos e produtividade total. (Freitas et al., 2015; Freitas et al., 2016). Atualmente estão sendo conduzidos trabalhos de caracterização morfoagronômica da população RC1, análises proteômicas da população híbrida e caracterização da diversidade genética dos genótipos via análises de sementes dessa população, que é o objetivo principal desse trabalho.

2.2.3. Estudos de divergência genética em populações

Para a condução de forma mais eficiente de um programa de melhoramento de plantas, o primeiro degrau é caracterizar o germoplasma, a fim de obter informações necessárias sobre o material em estudo. A fenotipagem é uma das técnicas mais utilizadas, sendo a forma mais acessível para caracterização morfológica, ao possibilitar o uso mais eficiente dos recursos genéticos pelos melhoristas (Cruz e Carneiro, 2006).

O estudo do conhecimento da divergência genética de uma população em qualquer programa de melhoramento genético constitui uma prática imprescindível, que auxilia na diferenciação de acessos e na identificação de genótipos contrastantes, com objetivo de realizar futuros cruzamentos em programas de melhoramentos de plantas, criando um banco de dados para a identificação de possíveis grupos com maiores graus de heterose. (Silva et al., 2014).

Paiva et al. (2014) realizaram estudos de divergência genética em espécies silvestres e variedades comerciais de maracujazeiro, utilizando caracteres morfológicos qualitativos e quantitativos, empregando o método estatístico de Ward MLM (Modified Location Model), que apontou uma ampla diversidade genética entre as espécies de *Passiflora* estudadas.

Araújo et al. (2008) avaliaram a divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata*, distribuídos em diferentes regiões agroecológicas do Nordeste brasileiro por meio de descritores morfoagronômicos, e os resultados mostraram a existência de variabilidade genética entre os acessos, comprovando, também, que os descritores utilizados apresentaram diferentes graus de discriminação dos mesmos. O presente trabalho mostrou que, mesmo dentro de uma única espécie de maracujazeiro, encontra-se expressiva variabilidade para vários caracteres de interesse agrônomo.

Além dos fatores citados anteriormente para a estimativa de diversidade genética da população, há também como estimar essa diversidade com base em atributos das sementes dos genitores. Essa pode ser inferida de forma preditiva, baseando-se nas características agrônomicas, morfológicas, de qualidade nutricional, fisiológicas ou ainda moleculares, as quais são quantificadas em medida de dissimilaridade, com base em técnicas de análises multivariadas que

permitem expressar o grau de diversidade genética entre os genitores analisados (Cruz et al., 2004).

2.2.4. Fenotipagem digital de sementes em programas de melhoramento genético de plantas

A identificação de sementes por meio da análise visual é um processo lento e apresenta resultados subjetivos, tornando mais difícil a avaliação, tanto para fins comerciais como tecnológicos. Métodos automatizados podem ser embasados em imagens, por meio dos quais a categorização das características agregadas ao tamanho da semente, cor, forma, textura são adquiridos de maneira fácil. Assim, o campo de visão da máquina, juntamente com técnicas de classificação, fornece um panorama adequado para a identificação automática de sementes (Granitto et al., 2005).

Na indústria agrícola faz-se o uso da análise de imagens por ser um método rápido, objetivo, pouco oneroso e compacto. A análise de imagens em sementes facilita o trabalho de identificação de cultivares, determinação de sementes de outras cores, danos mecânicos e classificação dos diferentes tamanhos da semente (Venora et al., 2007; Andrade, 2014).

Com o propósito de facilitar os trabalhos de caracterização visual de sementes, foi desenvolvido o equipamento GroundEye[®] pela empresa Tbit em 2011, que tem como objetivo fazer a captura de imagens e processá-las por meio de imagens, histogramas e gráficos que facilitam a análise de imagens das sementes e plântulas. O equipamento é composto por um módulo de captação e um *software* de análise e possui as versões GroundEye[®] mini, GroundEye[®] Pro e o GroundEye advanced[®] (Andrade, 2014).

O objeto a ser avaliado é colocado sobre uma bandeja acrílica no módulo de captação e sua imagem é capturada por uma ou duas câmeras, dependendo da versão utilizada. O GroundEye[®] analisa as imagens individualmente de sementes e plântulas e grande número de informações de cor, textura, geometria, e uniformidade de sementes, além de vigor e crescimento de plântulas. A imagem pode ser capturada e posteriormente analisada ou capturada e analisada concomitantemente. Assim que a imagem é capturada pode ser realizada a configuração do plano de fundo do aparelho para melhor análise das

imagens. O GroundEye[®] possui os modelos de cor HSV, YCbCr e CIELab, que podem ser alterados dependendo do objeto de estudo (Andrade, 2014).

Alguns autores, como Vooren e Heijden (1993), valeram-se da análise de imagens digitais na agricultura para a determinação das dimensões de órgãos de uma planta. Vieira Júnior (1998) utilizou a técnica de análise de imagens digitais definindo parâmetros e procedimentos necessários, relativos à viabilização do emprego de um protocolo, para a determinação do comprimento e da largura de sementes de milho. Dentro da área da tecnologia de sementes, Gunasekaran et al. (1988) avaliaram danos provocados por patógenos em sementes de soja e milho e Zayas et al. (1990) avaliaram danos mecânicos em sementes de milho.

Alguns trabalhos foram realizados recentemente com o uso desse equipamento, como mostra os estudos feitos por Krause et al. (2017), cujo objetivo foi avaliar a eficiência da análise de imagens digitais de sementes para a quantificação da diversidade genética entre genótipos de famílias endogâmicas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), e observaram que a análise de imagem através do sistema GroundEye[®] foi eficiente na quantificação da diversidade genética entre genótipos de famílias de goiabas associadas com o uso do método Ward (Modification Location Model).

Pinto et al. (2015) também avaliaram sementes de milho utilizando o equipamento GroundEye[®], com objetivo de adaptar a metodologia de análise de imagem em mudas de milho e verificar a capacidade de uso do equipamento na avaliação do potencial fisiológico das sementes, e verificaram que o uso do equipamento é uma ferramenta importante para avaliação da qualidade de sementes de milho.

2.3. MATERIAL E MÉTODOS

2.3.1. Origem do material vegetal utilizado

Os frutos foram obtidos do programa de melhoramento genético do maracujazeiro visando resistência ao CABMV, do campo experimental da UENF na Escola Agrícola Antônio Sarlo, no Município de Campos dos Goytacazes, Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, com latitude sul de 21° 45', longitude 41° 20' W e 11 m de altitude. Para este estudo foram utilizados: um genótipo de *Passiflora edulis*, um de *Passiflora setacea*, 15 híbridos entre *P. edulis* e *P. setacea* e 93 retrocruzamentos entre o genitor recorrente *P. edulis* e os híbridos.

2.3.2. Captura de imagens de sementes

O experimento foi conduzido no período de junho de 2016 a julho de 2017 no Laboratório de Fitotecnia – Setor de Tecnologia de Sementes - LFIT do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias – CCTA, na UENF. Foram utilizados frutos maduros, colhidos do chão. Para a retirada das sementes, os frutos foram seccionados longitudinalmente, as sementes foram extraídas em peneira de malha de aço pelo método de fricção para a retirada do arilo presente nas sementes, passado esse procedimento, foram sobrepostas em papel toalha para secagem em temperatura ambiente por 48 horas. Após esse período as sementes foram armazenadas em saquinhos de papel alumínio para evitar alterações no seu teor de água. Para a análise digital foram utilizadas sementes de 110 genótipos.

A captura de imagem das sementes e análise digital foram realizadas com auxílio do equipamento GroundEye[®] mini, o mesmo possui um módulo de captura e um software para análise. O módulo de captura consiste de uma bandeja de acrílico e possui uma câmera de alta resolução, onde foram colocadas 50 sementes espaçadas entre si. O sistema de cores utilizado foi CIE Lab de cor de fundo azul. O software gerou planilhas das informações capturadas, para facilitar a interpretação dos dados gerados através das imagens de sementes como mostra a figura 1.



Figura 1. Módulo de captura de imagens do equipamento GroundEye[®] mini.

O GroundEye[®] gerou uma planilha com valores médios de cada genótipo para as variáveis analisadas. Neste estudo, foram obtidas 342 variáveis e após uma triagem, restaram 107 variáveis, sendo 37 relacionadas à cor, 41 à geometria e 29 à textura, estas descritas nas tabelas 1, 2 e 3. A triagem consistiu da remoção de variáveis com valores qualitativos, com valores iguais, de valor zero e variáveis de histograma.

Tabela 1. Descrição das variáveis relacionadas à cor dos dados fornecida do GroundEye.

CÓDIGO	VARIÁVEL	CÓDIGO	VARIÁVEL
C1	Abaixo do otsu: canal azul	C20	CIELab: L
C2	Abaixo do otsu: canal verde	C21	Concentração da matiz
C3	Abaixo do otsu: canal vermelho	C22	Dominância cinza escuro
C4	Abaixo do otsu: CIELab: a	C23	Dominância laranja
C5	Abaixo do otsu: CIELab: b	C24	Dominância preta
C6	Abaixo do otsu: CIELab: L	C25	Dominância vermelha
C7	Acima do otsu: canal azul	C26	Intensidade
C8	Acima do otsu: canal verde	C27	Luma
C9	Acima do otsu: canal vermelho	C28	Luminosidade
C10	Acima do otsu: CIELab: a	C29	Matiz
C11	Acima do otsu: CIELab: b	C30	Média: canal azul
C12	Acima do otsu: CIELab: L	C31	Média: canal verde
C13	Brilho	C32	Média: canal vermelho
C14	CIELab: a	C33	Predominante: canal azul
C15	CIELab: b	C34	Predominante: canal verde
C16	CIELab: dispersão	C35	Predominante: canal vermelho
C17	CIELab: Dispersão de a	C36	Saturação
C18	CIELab: Dispersão de b	C37	Variância da matiz
C19	CIELab: Dispersão de L		

Tabela 2. Descrição das variáveis relacionadas à geometria fornecida do GroundEye.

CÓDIGO	VARIÁVEL	CÓDIGO	VARIÁVEL
G1	Afinamento	G22	Mudança no perímetro
G2	Área	G23	Número de quinas por Harris
G3	Área convexa	G24	Número de quinas por Susan
G4	Circularidade	G25	Perímetro
G5	Circularidade por fator de forma	G26	Perímetro convexo
G6	Circularidade por FFCg	G27	Quociente de aspecto
G7	Circularidade por FFCm	G28	Rácio de modificação
G8	Complexidade da forma	G29	Retângulos circunscritos: área média
G9	Compressão	G30	Retângulos circunscritos: maior área
G10	Convexidade do contorno	G31	Retângulos circunscritos: maior aresta
G11	Deformação do contorno	G32	Retângulos circunscritos: maior perímetro
G12	Diâmetro contido	G33	Retângulos circunscritos: média das maiores arestas
G13	Diâmetro de Feret	G34	Retângulos circunscritos: média das menores arestas
G14	Diâmetro máximo	G35	Retângulos circunscritos: menor área
G15	Diâmetro máximo lateral	G36	Retângulos circunscritos: menor aresta
G16	Diâmetro mínimo	G37	Retângulos circunscritos: menor perímetro
G17	Distâncias convexas	G38	Retângulos circunscritos: menor perímetro

Tabela 3. Descrição das variáveis de textura fornecida do GroundEye.

CÓDIGO	VARIÁVEL	CÓDIGO	VARIÁVEL
T1	Fourier: média das fases	T16	Laws: RW
T2	Haralick: contraste	T17	Laws: SR
T3	Haralick: correlação	T18	Laws: SW
T4	Haralick: dissimilaridade	T19	Run Length: GLD
T5	Haralick: energia	T20	Run Length: GLNU
T6	Haralick: entropia	T21	Run Length: HGRE
T7	Haralick: homogeneidade	T22	Run Length: LRE
T8	Haralick: média	T23	Run Length: LRHGE
T9	Haralick: variância	T24	Run Length: RLD
T10	Laws: ER	T25	Run Length: RLNU
T11	Laws: ES	T26	Run Length: SER
T12	Laws: EW	T27	Run Length: SRHGE
T13	Laws: LR	T28	SFM: medida do espaço de frequência
T14	Laws: LS	T29	Medida do espaço de frequência modificado
T15	Laws: LW		

Os grupos de variáveis (cor, geometria e textura) foram avaliados separadamente e os dados obtidos através do programa genes (Cruz, 2013), logo foram selecionados os mais informativos para as análises.

2.3.3. Análise multivariada

Foi observada a contribuição de cada variável para a importância de caracteres pela metodologia da distância generalizada de Mahalanobis. A partir da importância de caracteres, foram selecionadas as variáveis que mais contribuíram. As variáveis de geometria e textura passaram por transformação de dados, pois não possuíam distribuição normal, a transformação dos dados foi realizada por meio da expressão $\sqrt{x + 0,5}$.

Foram realizadas duas seleções em 2% e em 5% para verificar a composição dos grupos para o estudo da diversidade genética, foi construído um dendrograma pela distância euclidiana; pelo método de agrupamento do Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages (UPGMA) separados por cores, para melhor visualização dos genótipos dentro de cada grupo.

2.3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com 25 repetições e os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância multivariada. As médias foram agrupadas pelo teste F em nível de 1% de probabilidade. O modelo estatístico adotado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + e_{ij}$$

Onde:

μ = média geral;

G_i =efeito fixo do i-ésimo genótipo (i = 1, 2, 3,.....,g);

e_{ij} =Erro experimental associado à observação.

2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1. Análise de variância

A análise de variância revelou resultados significativos em 1% de probabilidade pelo teste F, entre os genótipos, para todas as características avaliadas, indicando variabilidade genética entre os genótipos. O coeficiente de variação (CV%) para todas as características variou de 1,83 a 34,09 dentro da população.

2.4.2. Importância de caracteres por distância generalizada de Mahalanobis

Observou-se que houve variação entre os genótipos de acordo com a análise multivariada empregada. Para a avaliação da divergência, foram utilizadas as variáveis de cor, geometria e textura de sementes (Tabelas 4, 5 e 6), que contribuíram acima de 5% e 2% na importância de caracteres de cada grupo, para verificar se os grupos se formariam de forma distinta com maior ou menor número de variáveis contribuindo para a análise.

Krause et al. (2017), com o uso da análise digital de sementes de genótipos de goiaba (*Psidium guajava* L.), para a quantificação da diversidade genética, avaliaram separadamente 31 variáveis de cor, 40 de geometria e 21 de textura com auxílio do método Ward-MLM para a formação dos grupos, em todas as análises demonstraram que as variáveis relacionadas à geometria foram as que mais contribuíram e que apresentaram maior número de variáveis para a divergência nos genótipos. Porém, neste trabalho, mesmo havendo mais variáveis

de geometria usadas na análise (6 e 20 para contribuições acima de 5 e 2%, respectivamente), as que mais contribuíram foram as variáveis de textura (Tabela 5 e 6).

Tabela 4. Contribuição de caracteres de cor para a diversidade genética por distância generalizada de Mahalanobis com valores percentuais acima de 5% e 2%.

Variável	Identificação	Contribuição	5 %	2 %
C4	Abaixo do Otsu: CIELab: a	6,14	x	x
C16	CIELab: Dispersão	13,44	x	x
C19	CIELab: Dispersão de L	12,02	x	x
C20	CIELab: L	14,69	x	x
C24	Dominância preta	5,12	x	x
C37	Variância da matiz	5,09	x	x
C5	Abaixo do Otsu: CIELab: b	2,29		x
C12	Acima do Otsu: CIELab: L	2,03		x
C17	CIELab: Dispersão de a	3,60		x
C18	CIELab: Dispersão de b	4,04		x
C23	Dominância laranja	4,72		x
C32	Média: Canal vermelho	3,03		x
C36	Saturação	4,73		x

As variáveis de geometria de sementes (Tabela 5) são úteis para auxiliar na avaliação da variabilidade existente nos genótipos em estudo, pois além de serem precisas, podem ser avaliadas de forma rápida e eficaz.

Tabela 5. Contribuição de caracteres de geometria para a diversidade genética por distância generalizada de Mahalanobis com valores percentuais acima de 5% e 2%.

Variável	Identificação	Contribuição	5 %	2 %
G13	Diâmetro de Feret	5,65	x	x
G24	Número de quinas por Harris	10,98	x	x
G30	Retângulos circunscritos: área média	5,95	x	x
G31	Retângulos circunscritos: maior área	6,02	x	x
G36	Retângulos circunscritos: menor área	5,45	x	x
G41	Variância elíptica	5,29	x	x
G2	Área	3,33		x
G3	Área convexa	3,14		x
G4	Circularidade	3,36		x
G5	Circularidade por fator de forma	2,92		x
G16	Diâmetro mínimo	2,74		x
G18	Esfericidade da forma	3,83		x
G19	Esfericidade da forma modificada	4,57		x
G25	Número de quinas por Susan	3,31		x
G26	Perímetro	2.36		x
G28	Quociente de aspecto	2.49		x
G29	Rácio de modificação	2.68		x
G32	Retângulos circunscritos: maior aresta	2.42		x
G33	Retângulos circunscritos: maior perímetro	2.99		x
G38	Retângulos circunscritos: menor perímetro	2.99		x

Tabela 6. Contribuição de caracteres de textura para a diversidade genética por distância generalizada de Mahalanobis com valores percentuais acima de 5% e 2%.

Variável	Identificação	Contribuição	5 %	2 %
T2	Haralick: Contraste	5,02	x	x
T4	Haralick: Dissimilaridade	10,80	x	x
T21	Laws: SR	24,23	x	x
T23	Laws: SW	6,44		x
T27	Run Length: HGRE	6,44		x
T17	Run Length: LRHGE	2,93		x
T18	Run Length: RLNU	2,35		x
T25	Run Length: SRHGE	4,90		x

Para contribuição acima de 2%, foram obtidos valores de 33,59% para as variáveis de cor, 31, 34% para as de geometria e 35,07% para as de textura, na contribuição relativa dos caracteres para diversidade. (Tabela 7). Para as contribuições acima de 5% a contribuição relativa dos caracteres para diversidade foi de 19,62% nas variáveis de cor, 18, 48% nas de geometria e 61,90% nas de textura (Tabela 8).

Tabela 7. Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S_j) para a divergência genética para variáveis de cor, geometria e textura de sementes fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora, nas contribuições acima de 2% de cada grupo de variáveis.

Variável	S _j	Valor em %
Abaixo do Otsu: CIELab: a	72.496.206,165	3,85
Abaixo do Otsu: CIELab: b	52.955.354,725	2,81
Acima do Otsu: CIELab: L	5.926.488,919	0,31
CIELab: Dispersão	134.467.785,412	7,13
CIELab: Dispersão de a	42.086.731,172	2,23
CIELab: Dispersão de b	45.473.343,142	2,41
CIELab: Dispersão de L	119.957.397,596	6,36
Cor: CIELab: L	12.009.319,856	0,64
Dominância laranja	255.861,302	0,01
Dominância preta	14.769.382,18	0,78
Média: Canal vermelho	14.664.166,35	0,77
Saturação	49.501.280,139	2,62
Variância da matiz	68.073.593.869	3,61
Área	31.988.932,298	1,70
Área convexa	36.892.023,797	1,95
Circularidade	35.782.670,85	1,90
Circularidade por fator de forma	13.028.454,024	0,69
Diâmetro de Feret	25.210.322,709	1,33
Diâmetro mínimo	19.164.625,559	1,01
Esfericidade da forma	10.902.525,824	0,58
Esfericidade da forma modificada	43.928.470,621	2,33
Número de quinas por Harris	45.916.314,533	2,43
Número de quinas por Susan	17.079.384,644	0,90
Perímetro	2.174.034,415	0,11
Quociente de aspecto	25.946.516,36	1,37
Rácio de modificação	8.105.279,142	0,43
Retângulos circunscritos: Área média	53.103.741,365	2,81
Retângulos circunscritos: Maior área	62.432.570,886	3,31
Retângulos circunscritos: Maior aresta	886.114,01	0,04
Retângulos circunscritos: Maior	49.386.114,386	2,62
Retângulos circunscritos: Menor área	40.812.834,62	2,16
Retângulos circunscritos: Menor	48.487.725,169	2,57
Variância elíptica	19.053.553,662	1,01
Haralick: Contraste	19.155.392,114	1,02
Haralick: Dissimilaridade	47.028.453,712	2,49

Cont. tabela 7

Variável	S.j	Valor em %
Laws: SR	39.482.238,01	2,09
Textura: Laws: SW	17.785.283,045	0,94
Textura: Run Length: HGRE	193.734.466,843	10,29
Textura: Run Length: LRHGE	99.245.732,902	5,27
Textura: Run Length: RLNU	29.008.349,695	1,54
Textura: Run Length: SRHGE	215.158.179,038	11,42

Tabela 8. Estimativas da contribuição relativa de cada característica (Sj) para a divergência genética para variáveis de cor, geometria e textura de sementes fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora, nas contribuições acima de 5% de cada grupo de variáveis.

Variável	S.j	Valor em %
Abaixo do Otsu: CIELab: a	88.630.605,976	7,56
CIELab: Dispersão	19.121.543,379	1,63
CIELab: Dispersão de L	8.682.660,741	0,74
CIELab: L	19.475.096,064	1,66
Dominância preta	31.934.616,832	2,72
Variância da matiz	62.054.639,717	5,30
Diâmetro de Feret	14.878.453,188	1,26
Número de quinas por Harris	31.301.864,691	2,67
Área média	49.501.585,341	4,22
Maior área	59.655.675,246	5,09
Menor área	31.122.770,971	2,65
Variância elíptica	30.015.332,75	2,56
Haralick: Contraste	23.506.240,415	2,00
Haralick: Dissimilaridade	70.677.104,127	6,03
Run Length: HGRE	269.418.622,645	22,99
Run Length: LRHGE	86.677.710,117	7,39
Run Length: SRHGE	275.072.088,457	23,47

2.4.3. Divergência genética

Na análise por componentes principais, com a utilização das variáveis que contribuíram acima de 5%, um dendrograma foi construído com base na matriz de distância euclidiana e o método de agrupamento UPGMA. Verificou-se a estruturação de quatro grupos distintos. Para melhor identificação dos genótipos, foram utilizadas as seguintes nomenclaturas: retrocruzamento (Rc), híbridos (H),

P. edulis (Pe) e *P. setacea* (Ps). O grupo I foi formado por 10 retrocruzamentos, o grupo II por quatro retrocruzamentos, o grupo III por três retrocruzamentos e o grupo IV pelos parentais Pe e Ps, híbridos e demais retrocruzamentos. Verificou-se que não houve separação dos parentais de acordo com a análise de imagens digitais fornecida pelo equipamento GroundEye. Também foi observado que o Rc2 apresentou características de sementes mais próximas ao parental recorrente Pe, que é a espécie de interesse comercial, sendo um possível indicativo dos genótipos que deseja encontrar, e que se deseja transferir características agrônômicas ao longo dos ciclos de retrocruzamentos (Figura 2).

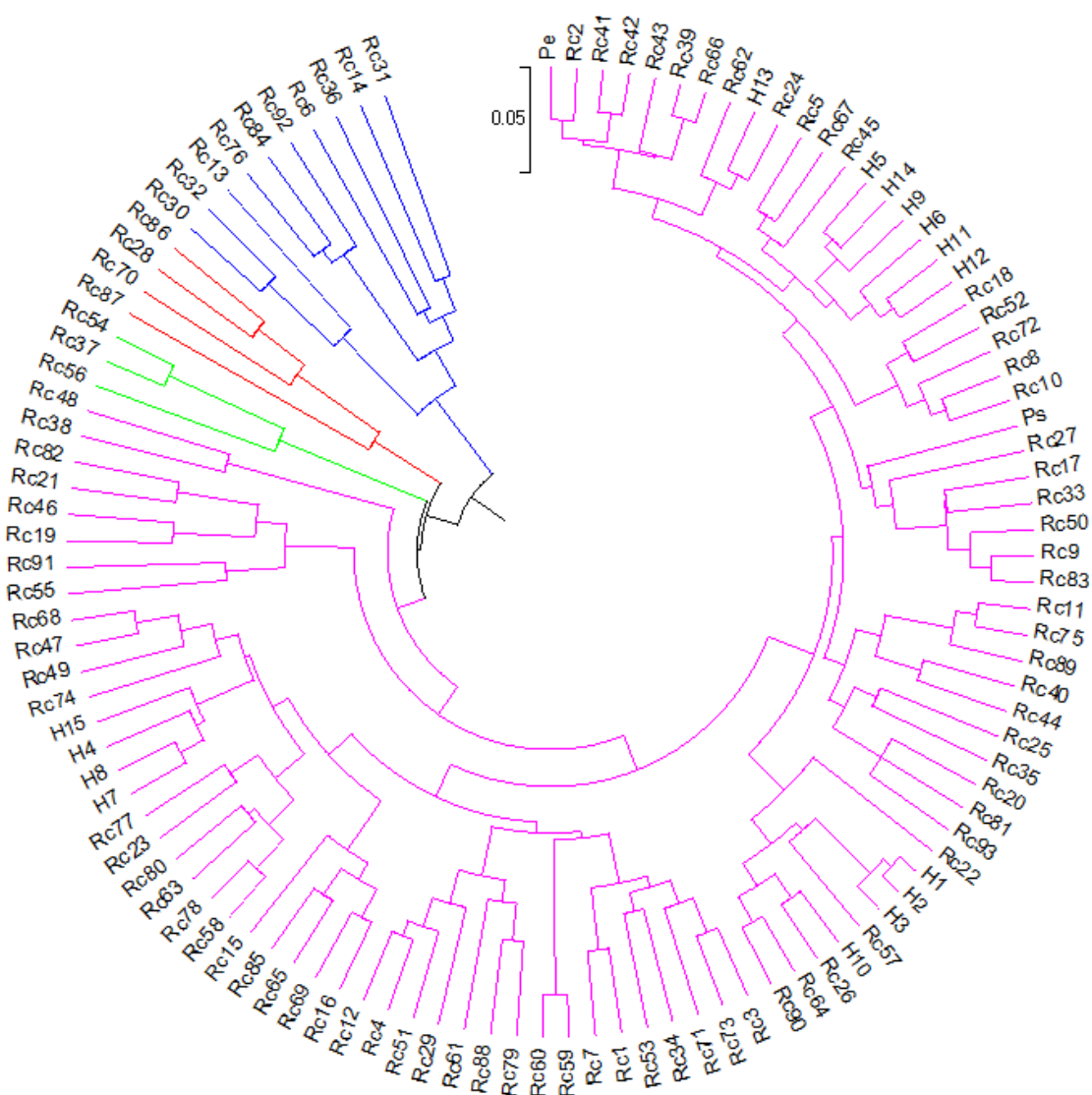


Figura 2. Dendrograma construído com base na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA com as variáveis de cor, geometria e textura que contribuíram acima de 5% para importância de caracteres.

Como não foi obtida a separação dos genótipos que visualmente são contrastantes, Pe e Ps, um novo dendrograma foi construído, agora com as variáveis que contribuíram para importância de caracteres acima de 2% nos grupos de variáveis de cor, geometria e textura.

As variáveis que contribuíram acima de 2% pela análise de componentes principais, pelo método de agrupamento UPGMA formaram quatro grupos, o grupo I foi formado por seis retrocruzamentos, o grupo II por quatro retrocruzamentos, o grupo III por três retrocruzamentos e o IV por Pe e Ps, híbridos e demais retrocruzamentos. Nesse dendrograma observou novamente que não houve distinção dos parentais na formação dos grupos (Figura 3).

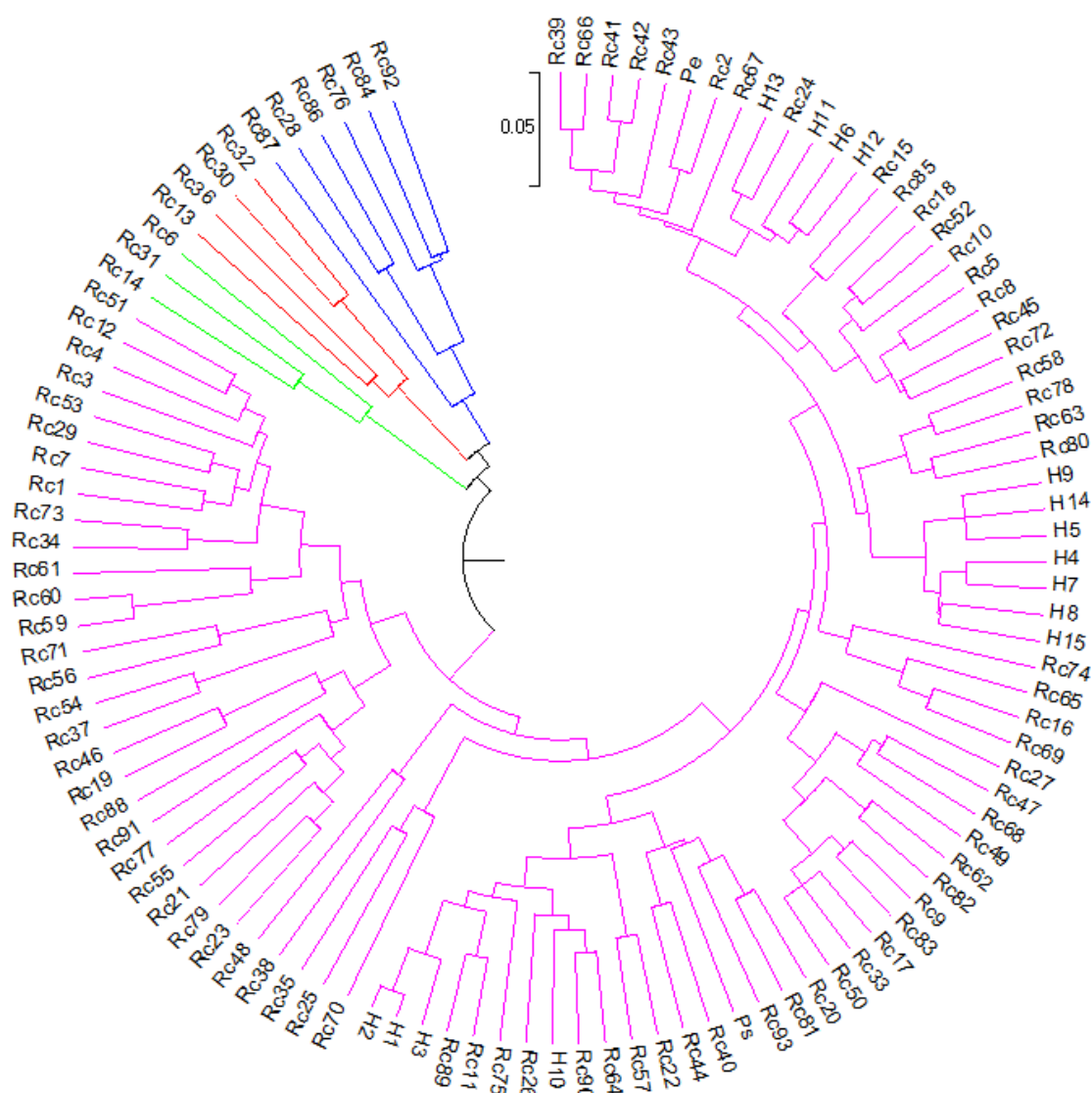


Figura 3. Dendrograma construído com base na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA com as variáveis de cor, geometria e textura que contribuíram acima de 2% para importância de caracteres.

De acordo com os resultados analisados observou-se que a ferramenta GroundEye® por si só não é eficaz para separação dos genótipos por meio dos caracteres de sementes, considerando que Pe e Ps são distantes quando se trata de características agronômicas e até visualmente por suas sementes, sendo necessários testes de bancada para haver uma comparação com mais eficácia para a avaliação da divergência. Foi o que Pinto et al. (2015) observaram com híbridos de milho na avaliação da eficiência do equipamento GroundEye® para a análise de imagens de plântulas, onde concluíram que o índice de uniformidade fornecido pelo equipamento, não foi por si só uma ferramenta eficaz para avaliar o vigor de lotes de sementes de híbridos, pois resultou em classificações diferentes das observadas nos testes tradicionais usados ao caracterizar os lotes.

Resultados contrastantes foram encontrados por Santos et al. (2014), que estudaram a divergência genética em uma população segregante do cruzamento entre *P. edulis* e *P. setacea* pela estratégia de classificação Ward-MLM para a análise de dados morfoagronômicos, onde o mesmo permitiu a separação de 138 genótipos em três grupos homogêneos. O grupo I foi composto por 118 genótipos de híbridos, o grupo II foi composto de 10 genótipos de *P. setacea*, e o grupo III foi composto de 10 genótipos de *P. edulis*, a separação entre os grupos indica que os traços morfoagronômicos de forma eficiente discriminaram os pais e seus híbridos. Porém, o que se pode observar nesse estudo é que mesmo ao utilizar número diferente de variáveis, 17 para 5% e 41 para 2%, não houve separação entre os parentais.

2.5. RESUMO E CONCLUSÕES

Para a caracterização de uma população com base nas características de suas sementes, a análise digital de imagens pode fornecer informações de forma, tamanho, coloração, danos mecânicos, entre outros. A fenotipagem digital de sementes tem sido primordial nesse contexto, pois é responsável pela captura e análise de imagens de sementes e ao final da análise a elaboração de planilhas e gráficos com informações sobre o material estudado, facilitando a identificação e caracterização dos diferentes genótipos avaliados.

Com essa ferramenta em mãos pode-se quantificar a diversidade da população em estudo e com auxílios de técnicas de análises multivariadas, as quais quantificam as medidas de dissimilaridade, que permitem expressar o grau de diversidade genética entre os genitores analisados.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou caracterizar genótipos de cruzamentos entre população segregante de *P. edulis* x *P. setacea* via fenotipagem digital.

A captura e análise digital das sementes foram realizadas com auxílio do equipamento GroundEye® mini, o mesmo possui um módulo de captura e um programa de software para análise, que gerou planilhas das informações das imagens capturadas das sementes.

Os grupos de variáveis (cor, geometria e textura) foram avaliados separadamente e posteriormente foram selecionadas as variáveis mais informativas para as análises.

Houve um maior número de variáveis de geometria presentes na formação do dendrograma, porém as que mais contribuíram foram as variáveis relacionadas à textura das sementes.

O Rc02 apresentou características de sementes mais próximas ao *P. edulis*, de acordo com o dendrograma em 2% e em 5%.

A ferramenta GroundEye[®] por si só não é eficaz para separação dos parentais, sendo necessários testes morfofisiológicos para haver uma comparação com mais eficácia para a avaliação da divergência.

3. CAPÍTULO II

**VARIÁVEIS MORFOFISIOLÓGICAS DE SEMENTES E SUAS CONTRIBUIÇÕES
PARA A DIVERSIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÃO SEGREGANTE DE
Passiflora sp.**

3.1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o segundo maior centro de diversidade da família Passifloraceae (*Passiflora in Flora do Brasil*, 2017). Diante disso, a exploração da diversidade genética, bem como a caracterização das espécies de passiflora, podem indicar recursos genéticos de grande potencial, sejam novas cultivares para a cadeia produtiva, seja na utilização em programas de melhoramento genético (Faleiro et al., 2005).

A variabilidade genética vegetal é uma condição primordial para os programas de melhoramento de plantas, pois possibilita selecionar genótipos promissores que darão início a novos programas (Veasey et al., 2011).

Assim, essa variabilidade é um dos critérios analisados pelos melhoristas de plantas na fase inicial de um programa de melhoramento genético, sobretudo pelo fato de que, ao se basearem em diferenças morfológicas e fisiológicas dos genitores, auxiliam na obtenção das combinações híbridas entre eles, o que é vantajoso, especialmente quando o número de genitores cuja diversidade que se deseja conhecer é elevada (Carvalho et al., 2003).

Nos estudos de melhoramento genético de plantas, principalmente em programas de seleção, a diversidade genética pode ser investigada precocemente pela qualidade fisiológica das sementes, por meio de testes de germinação e vigor, fato importante para espécies com propagação via semente, onde se deseja a obtenção de novas variedades com boa capacidade germinativa (Dias e Marcos Filho, 1995).

As características correlacionadas à qualidade fisiológica das sementes são geneticamente herdadas de seus genitores possibilitando que diferentes variedades de uma mesma espécie apresentem variação quanto ao vigor, à germinação e à emergência de campo (Mertz et al., 2009).

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar a diversidade genética dos genótipos de população segregante do cruzamento entre *P. edulis* e *P. setacea* por meio de repostas da qualidade fisiológica e variáveis obtidas por fenotipagem digital de sementes.

3.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.2.1. Germinação de sementes

A germinação da semente é caracterizada pela retomada das atividades metabólicas do eixo embrionário, conseqüentemente resultando na emissão da radícula, sendo uma fase crítica, pois depende diretamente dos processos fisiológicos da semente, e está relacionada aos fatores ambientais (Castro et al., 2004), envolvendo água, luz, temperatura e oxigênio, mostrando a importância do conhecimento das condições ótimas para germinação de uma determinada espécie (Carvalho e Nakagawa 2000, Brasil, 2009).

O processo de germinação é constituído por três fases. Na Fase I, denominada de embebição, o processo de absorção de água é bastante acelerado, dirigido pelo gradiente de potencial hídrico entre a semente e o ambiente e também um aumento da taxa respiratória. Esta fase é marcada pelo início da transformação das substâncias de reserva em substâncias mais simples, de modo a garantir energia e nutrientes necessários à retomada do crescimento do embrião. Na Fase II, ocorre a quebra de compostos de reservas maiores e transporte ativo do tecido de reserva para o tecido meristemático. Apesar de receber nutrientes, o eixo embrionário permanece estável. Na Fase III ocorre a reorganização das substâncias para formar o citoplasma, o protoplasma e as paredes celulares, resultando em rápida absorção de água do meio e o crescimento radicular, a chamada germinação visível (Bewley e Black, 1994; Marcos Filho, 2015).

A germinação é a primeira característica a ser considerada para a qualidade fisiológica em um lote de sementes. O teste de germinação representa a capacidade da semente em originar uma plântula normal sob condições favoráveis (Brasil, 2009).

Para realização do teste é preciso seguir alguns procedimentos padrões de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), normatizando a análise de sementes. Deve-se seguir um protocolo para germinação de cada espécie para permitir comparação de resultados de diferentes amostras (Brasil, 2009).

Nem sempre o resultado do teste de germinação é eficaz, e nem sempre consegue prever somente por este teste como a semente se comportará em condições adversas de campo durante o período de armazenamento (McDonald, 1993), por isso é necessário complementar essas informações com os testes de vigor.

3.2.2. Vigor de sementes

Vigor de sementes é definido pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 2009), como sendo o conjunto de propriedades das sementes que determinam o potencial para o surgimento de forma rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais em amplas condições ambientais. Para a International Seed Testing Association (ISTA, 1995), vigor é a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho das sementes, durante a germinação e emergência de plântulas. Assim, o objetivo primordial dos testes de vigor é a identificação de diferenças importantes na qualidade fisiológica de lotes que apresentam poder germinativo semelhante. (Marcos-Filho, 2015). Para a determinação do vigor não existe um único teste padronizado, seja ele germinativo, fisiológico ou bioquímico, que seja apropriado para todas as espécies. (Hampton e Tekrony, 1995). Por isso, e por avaliarem diferentes aspectos das sementes, recomenda-se que o vigor seja avaliado por dois ou mais testes diferentes (Marcos-Filho, 2015).

Segundo Marcos-Filho (2011), existem mais de 40 testes de vigor disponíveis, porém, preferencialmente recomenda-se a utilização dos métodos acessíveis, que permitam de forma rápida os resultados associados à emergência

de plântulas em campo. Os testes de primeira contagem, índice de velocidade de emergência e comprimento de plântulas atendem esses requisitos.

O teste de primeira contagem avalia indiretamente a velocidade do processo de germinação. Quanto mais vigoroso for um lote de sementes, maior será a chance de originar plântulas normais (Nakagawa, 1999).

O índice de velocidade de germinação parte do mesmo princípio, com avaliações diárias e no mesmo horário. Sementes que germinam mais rapidamente são mais eficientes na competição por recursos do meio (Nakagawa, 1999).

O comprimento de plântulas associa sementes vigorosas com plântulas apresentando maior taxa de crescimento, por transformação e translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (Danet al., 1987).

3.2.3. Diversidade genética em estudos de sementes

Um dos parâmetros mais utilizados na fase inicial do melhoramento genético é a observação da divergência, pois esta permite identificar genitores promissores em cruzamentos futuros que possam contribuir com alelos favoráveis, proporcionando maior segregação e recombinação dos alelos/genes dos genótipos (Cruz et al., 2004).

A diversidade genética é um fator essencial em estudos de melhoramento de plantas, preferencialmente em programas de seleção, essa diversidade pode ser investigada precocemente pela qualidade fisiológica das sementes, com os testes de vigor. (Dias e Marcos Filho, 1995). Visto que, o tempo médio de germinação e a sua uniformidade poderão proporcionar produção de mudas em escala comercial de maneira mais eficiente (Alexandre et al., 2004).

Cardoso et al. (2009), ao estimarem parâmetros genéticos e caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de mamão, observaram que a qualidade fisiológica de sementes em programas de melhoramento genético, pode subsidiar a escolha de genitores visando à obtenção de genótipos superiores.

Freitas (2009), cujo principal objetivo foi avaliar atributos relacionados à qualidade fisiológica de sementes de progênies de maracujazeiro-azedo, observou que as características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes

de maracujá, mostraram-se promissoras para a seleção de genótipos envolvendo as mesmas.

Também Rodrigues et al. (2017) avaliaram a contribuição relativa de variáveis relacionadas à produção de frutos e as características morfofisiológicas das sementes para a divergência genética em progênes de maracujazeiro-azedo, com objetivo de selecionar progênes com potencial de resposta à fertilização. Observaram que a disponibilidade de nutrientes interfere na contribuição relativa das variáveis para a avaliação da divergência genética das progênes de maracujazeiro-azedo.

Portanto, a análise da diversidade genética propicia a identificação de diferentes genótipos, desde o genótipo superior ao inferior, favorecendo a seleção dos que possuem mais características favoráveis, com auxílio de técnicas preditivas que se baseiam nas diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares (Cruz e Carneiro, 2006).

3.2.4. Análise multivariada e métodos de agrupamento em estudos de divergência genética

No melhoramento de plantas o uso de análise multivariada permite a avaliação do material genético em um conjunto de variáveis que combinam várias informações de forma que possibilitem a seleção de materiais mais promissores, considerando a contribuição e a relativa importância dos traços da variância total existente (Cruz et al., 2014).

O uso de algoritmos estatísticos multivariados é considerado uma estratégia importante para quantificar a semelhança genética de um conjunto de informações. As técnicas multivariadas permitem a padronização de múltiplos tipos de informação de um conjunto de características. (Podani e Schmera, 2006). Os algoritmos mais utilizados são componentes principais e análise de variáveis canônicas, bem como métodos de agrupamento (Mohammadi e Prasanna, 2003; Sudré et al., 2007).

O método de agrupamento é uma técnica que agrega os genótipos mais próximos dentro de um mesmo grupo, de modo que haja uniformidade dentro e heterogeneidade forados grupos. (Núñez et al., 2003; Crossa e Franco, 2004; Podani e Schmera, 2006). Os principais métodos existentes são de encadeamento, variância e centroide (Malhotra, 2001).

O método de agrupamento envolve duas etapas: a primeira refere-se ao cálculo das medidas de distância de dissimilaridade e a segunda, à utilização de uma técnica de agrupamento para formação dos grupos (Cruz e Carneiro, 2006).

Para variáveis quantitativas, Crossa e Franco (2004) descrevem os procedimentos para estimar medidas de distância e recomendam a distância Euclidiana e para variáveis qualitativas binárias os índices de Jaccard, Nei e Li e Sorensen-Dice. Por sua vez, Cruz et al. (2006) indicam para variáveis quantitativas com repetição a distância de Mahalanobis, e para variáveis qualitativas multicategóricas o índice de Cole-Rodgers. Sendo a distância Euclidiana mais utilizada em estimativas de divergência genética para dados morfológicos, podendo também ser utilizada para estudos de divergência com dados fisiológicos (Mohammadi e Prasanna, 2003).

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia – Setor de Tecnologia de Sementes - LFIT do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias – CCTA, na UENF. Foram utilizadas sementes de frutos maduros colhidos do chão, de 37 genótipos oriundos de população segregante de *Passiflora* do programa de melhoramento genético do maracujazeiro visando resistência ao CABMV da UENF. (*P. edulis*–Pe; *P. setacea* – Ps; 10 híbridos – H1, 2, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 14 e 15; e 25 retrocruzamentos –Rc 3, Rc10, 16, 18, 24, 26, 32, 35, 37, 38, 44, 47, 48, 50, 51, 53, 57, 59, 61, 62, 66, 71, 80, 83 e 92). As sementes passaram por lavagem em água corrente, em peneira de malha de aço pelo método de fricção para a retirada da mucilagem. Passado esse procedimento, as sementes foram sobrepostas em papel toalha para secagem em temperatura ambiente por 48 horas. Em seguida foram executados os testes morfofisiológicos das sementes.

Os testes de avaliação de qualidade física foram a determinação do grau de umidade (U%) e peso de mil sementes (PMS). Para a avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), comprimento de plântula (CP) e comprimento de radícula (CR). Para avaliação dos caracteres morfológicos foram utilizadas as variáveis fornecidas pelo equipamento GroundEye®, que contribuíram acima de 5% na análise de importância de caracteres.

3.3.1. Determinação do grau de umidade

Para a determinação do grau de umidade foram utilizados 20 genótipos com duas repetições, por disponibilidade de material, os dados desses genótipos foram representativos para toda a população em estudo, por questões de quantidade de frutos/sementes. O grau de umidade foi determinado pelo método de estufa, onde foi pesado o recipiente, devidamente identificados, e após duas repetições, por genótipo, em seguida foram levados em estufa por 24 h a 105 ± 3 °C (Brasil, 2009), determinou-se o grau de umidade por meio da relação:

$$\% \text{ de umidade } (U) = \frac{(P - p)}{(P - t)} \times 100$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara do cadinho.

3.3.2. Peso de mil sementes

Foram utilizados 17 genótipos, por questões de disponibilidade de material. Da porção “Semente Pura” foram retiradas oito repetições de 100 sementes. Em seguida cada repetição foi pesada com o número de casas decimais indicado para a amostra de trabalho para a análise de pureza (Brasil, 2009).

Após, calculou-se o peso de mil sementes, mantendo-se o mesmo número de casas decimais, pela fórmula:

$$PMS = \frac{\text{peso da amostra} \times 10}{n^{\circ} \text{ total de repetições}}$$

O resultado da determinação do peso de mil sementes foi calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das oito repetições de 100 sementes (Brasil, 2009).

3.3.3. Teste de germinação (G)

Foram utilizados 37 genótipos com quatro repetições de 50 sementes, estas foram dispostas entre duas folhas de papel germitest, devidamente

umedecido com água destilada na proporção de 2,5 a 3 vezes o seu peso. Após esse procedimento, foram feitos rolos de papel, envolvidos em sacos de polietileno para a manutenção da umidade. Logo em seguida foram levados a câmaras B.O.D, regulados à temperatura alternada de 20-30 °C, com fornecimento de 8 h de luz na maior temperatura. A primeira avaliação foi realizada aos 14 dias e a avaliação final aos vinte e oito dias, registrando-se a porcentagem de plântulas normais (adaptado de Brasil, 2009).

3.3.4. Primeira contagem do teste de germinação (PCG)

O registro da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação foi realizado aos 14 dias após a implantação do teste (Krzyzanowski et al., 1999, adaptado de Brasil, 2009).

3.3.5. Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER)

A contagem foi realizada a cada dois dias das sementes que emitiram radícula, após a implantação do teste, até o vigésimo oitavo dia. O índice de velocidade de emergência (IVER) foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Maguire, 1962.

3.3.6. Comprimento de plântulas (CP) e de radícula (CR)

Ao final do teste de germinação, foram mensuradas 10 plântulas localizadas na fileira superior do rolo de papel de cada uma das quatro repetições do teste de germinação. As plântulas e radículas foram medidas com auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em cm de radícula/plântula. O valor de cada repetição foi obtido pelas médias das 10 plântulas ou radículas mensuradas (Negreiros et al., 2008).

3.3.7. Caracteres morfológicos

Para a avaliação da divergência, foram utilizadas 17 variáveis de cor, geometria e textura de sementes que contribuíram acima de 5% na importância de caracteres de cada grupo, fornecidas pelo equipamento GroundEye®. São elas: Abaixo do Otsu: CIELab: a, CIELab: dispersão, CIELab: dispersão de L, CIELab: L, dominância preta, variância da matiz, diâmetro de Feret, número de quinas por Harris, área média, maior área, menor área, variância elíptica,

Haralick: contraste, Haralick: dissimilaridade, Run Length: HGRE, Run Length: LRGHE, Run Length: SRHGE.

3.3.8. Análise multivariada

Foi realizada análise multivariada e os métodos utilizados foram agrupamento hierárquico (UPGMA) e componentes principais (PCA), pelo programa estatístico Genes (Cruz et al., 2013).

Foi observada a contribuição de cada variável para a importância de caracteres pela metodologia da distância generalizada de Mahalanobis. A partir da importância de caracteres, foram selecionadas variáveis que mais contribuíram dos caracteres obtidos. Posteriormente, foi construído um dendrograma por meio da distância euclidiana; pelo método de agrupamento do UPGMA, para identificar a diversidade genética da população por meio das variáveis de qualidade morfológica e fisiológica.

3.3.9. Delineamento experimental

Para avaliação da qualidade física e fisiológica entre os genótipos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + e_{ij}$$

Onde:

μ = média geral;

G_i =efeito fixo do i-ésimo genótipo (i = 1, 2, 3,.....,g);

e_{ij} =Erro experimental associado à observação.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1. Análise de agrupamento dos genótipos com base em variáveis de qualidade fisiológica e morfológica de sementes

O método de agrupamento UPGMA resultou na formação de três grupos com os 37 genótipos de maracujazeiro-azedo estudados, por meio do uso de 22 variáveis relacionadas à qualidade fisiológica e morfológica de sementes. O primeiro grupo é representado pelo Rc32, o segundo por Ps, o terceiro grupo é representado por um número maior de genótipos, sendo eles: Pe, híbridos e demais retrocruzamentos (Figura 4). Essa representação mostra claramente a separação dos parentais Pe e Ps, ou seja, de acordo com a dissimilaridade dos dados eles possuem maiores distâncias entre grupos.

O dendrograma mostra que os parentais Pe e Ps ficaram em grupos distintos (Figura 4), visto que, os mesmos são diferentes agronomicamente e contrastantes quando refere principalmente a germinação e vigor de sementes, sendo que o *P. setacea*, apresenta germinação baixa e irregular por ser uma espécie silvestre, e *P. edulis* possui taxa de germinação alta.

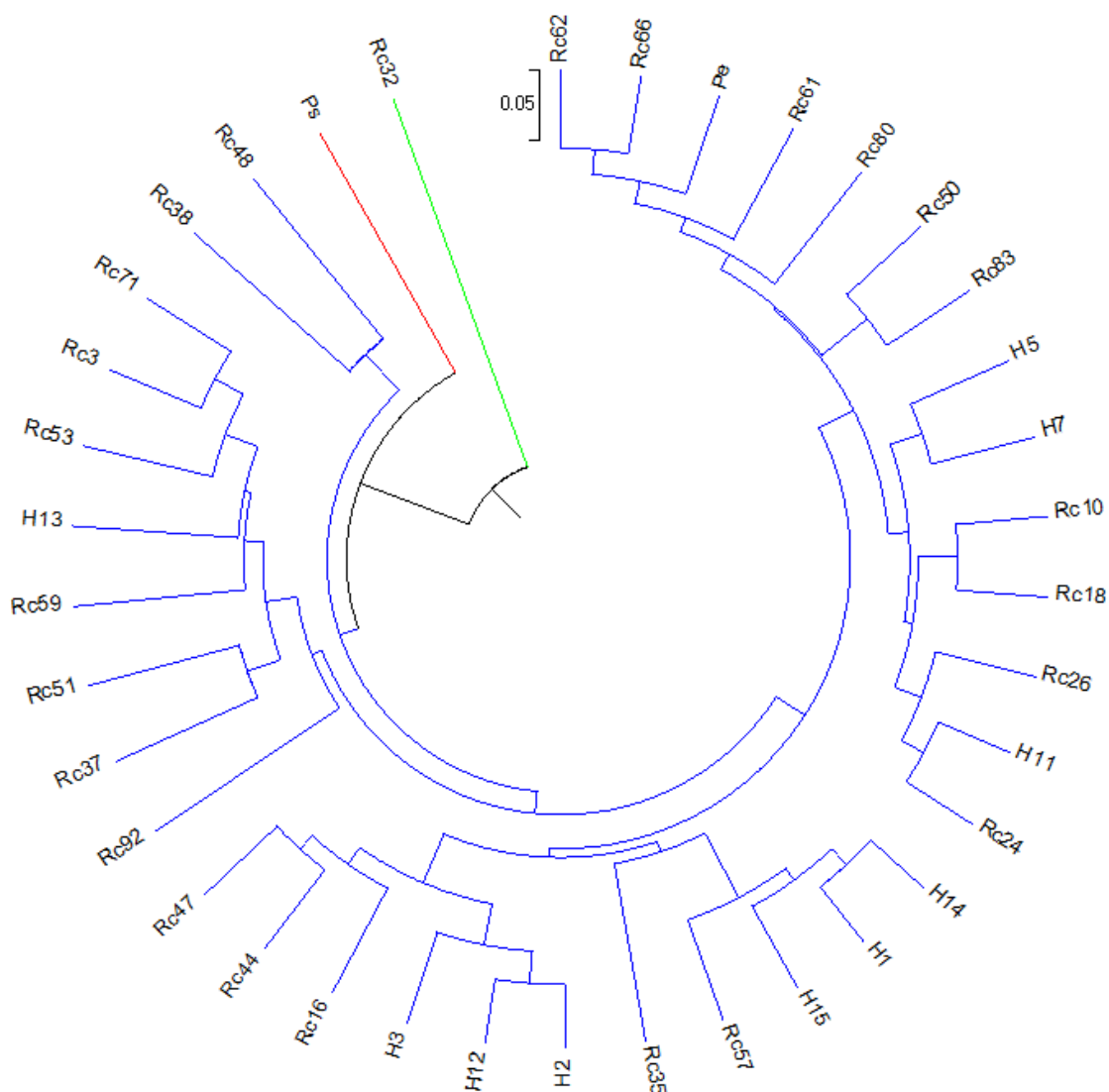


Figura 4. Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 37 genótipos de maracujazeiro, com base em 22 variáveis de qualidade fisiológica e morfológica de sementes, por meio da distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA.

Cerqueira-Silva et al. (2009) avaliaram a dissimilaridade genética intra e interespecífica entre genótipos de maracujazeiro-azedo e do-sono, por meio de descritores físico-químicos, interespecificamente foi encontrada variabilidade entre os genótipos.

Também Rodrigues et al. (2017) observaram a formação de grupos de progênies de maracujazeiro-azedo pelo método UPGMA em diferentes níveis de adubação, onde permitiram para formação de três grupos de genótipos em ambos os níveis de adubação, com base nas diferenças entre grupos quando se considerou 30% da distância, na fertilização 1, o grupo I foi composto por cinco progênies (1, 2, 3, 4 e 5); grupo II, por dois (8 e 9); e grupo III, por três (6, 7 e 10).

Na fertilização 2, três grupos também foram formados: eu, por duas progênies (2 e 10); II, por três (3, 4 e 6); e III, por cinco (1, 5, 7, 8 e 9).

Na análise baseada em componentes principais (PCA), foi verificado que os dois primeiros componentes explicaram 61,32%, sendo PCA 1 responsável por 40,44% e PCA 2 responsável por 20,88%. (Figura 5). Logo, um gráfico bidimensional representou a proporção da variabilidade total. Pela análise PCA, observou-se o distanciamento dos grupos, onde, *P. setacea* e Rc 32 apresentaram-se distantes do grupo maior representado por *P. edulis*, híbridos e demais retrocruzamentos.

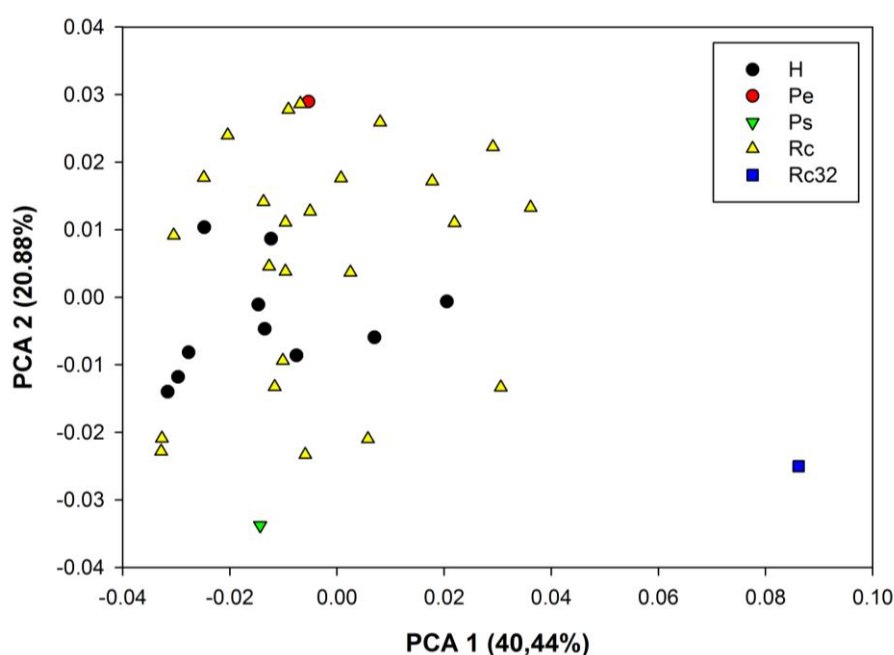


Figura 5. Gráfico representativo da distribuição dos genótipos de população segregante de Passiflora.

3.4.2. Qualidade física das sementes

3.4.1.1. Umidade de sementes

Os valores do teor de água das sementes apresentaram diferença significativa em nível de 1% de probabilidade, observou-se também um baixo valor do coeficiente de variação (2,87%), indicando a precisão do experimento para essa característica. A tabela 9 apresenta os valores das médias relacionadas ao teor de água presente nas sementes, que variou de 8,38% a 10,20%.

Resultados próximos foram encontrados por Ranzani (2015), onde avaliou a influência do teor de água nas sementes para qualidade fisiológica de sementes de *Passiflora suberosa* L, os resultados mostraram que para a espécie *P.*

suberosa, o grau de umidade das sementes no intervalo de 6 a 12% não influencia diretamente o seu potencial fisiológico, tolerando os ajustes para esses teores de umidade sem danos aparentes nas sementes.

Catunda et al. (2003) verificaram que o teor de água de 10% de sementes de maracujá-azedo, foi melhor para armazenar sementes quando comparado a 8%, pois aquelas aos dez meses de armazenamento apresentaram vigor superior.

Tabela 9. Média das características relacionadas a grau de umidade de sementes para os 20 genótipos de maracujazeiro-azedo agrupados pelo teste de Scott-Knott.

Genótipo	Média
Ps	8,61c
Pe	8,44b
H3	8,83b
H12	8,94b
H11	8,38b
H5	9,66a
H7	9,12a
Rc24	8,61b
Rc61	8,62b
Rc94	10,20a
Rc47	8,81b
Rc44	9,65a
Rc48	9,33a
Rc58	9,64a
Rc89	9,63a
Rc17	9,46a
Rc49	9,50a
Rc21	9,36a
Rc91	9,68a
Rc29	9,68a

Fonseca e Silva (2005) constataram que valores de 7 a 17% de teor de água foram favoráveis à conservação de sementes de maracujá-azedo e esse valor independe da temperatura de armazenamento.

Rodrigues (2015) observou que o teor de água médiode dez progênies logo após a secagem por 48 h foi de 10%, valor muito próximo aos encontrados neste estudo.

3.4.1.2. Peso de mil sementes

A análise de variância apresenta um coeficiente de variação baixo (2,62%), e os valores obtidos apresentaram diferença significativa em 1% de probabilidade. Os resultados das análises das médias de peso de mil sementes pelo teste de Scott Knott mostram que o genótipo RC94 teve maior PMS, superando a média de *P. edulis* (Tabela 10), que pode ser positivo, já que sementes maiores, apresentam maiores espaços de armazenamento de reserva, o que acarreta melhores chances de germinação.

Tabela 10. Média das características relacionadas ao peso de mil sementes para os 17 genótipos de população segregante de *Passiflora* agrupados pelo teste de Scott Knott.

Genótipo	Média
Ps	22,2f
Pe	28,3b
H11	21,5g
H5	23,9d
H7	23,4e
H12	21,1g
Rc24	21,5g
Rc61	24,1d
RC94	28,8a
Rc47	26,8c
Rc44	19,9h
Rc49	23,4e
Rc21	23,2e
Rc29	27,8b
Rc89	22,9e
Rc58	27,2c
Rc17	23,5e

Na avaliação dos aspectos morfológicos das sementes, Rodrigues (2015) avaliou sementes das progênies de maracujazeiro-azedo provenientes do programa de melhoramento genético intrapopulacional da UENF, e o peso de mil sementes variou de 21,13g a 25,39g, dados semelhantes aos deste trabalho.

3.4.3. Qualidade fisiológica entre genótipos de população segregante de *Passiflora*

O genótipo *P. setacea* apresentou baixa germinação, *P. edulis* apresentou alta taxa de germinação, e os híbridos e retrocruzamentos valores intermediários ou muito próximos a ambos os parentais, mostrando divergências relacionadas à taxa de germinação (Tabela 11).

Os genótipos Rc32, Rc53, Rc62 e Rc66 obtiveram médias de três ou mais características de qualidade fisiológica igual ao *P. edulis*. Isso pode ser interessante para seleção dos genótipos mais próximos ao pai recorrente, que é a espécie comercial de interesse. Os híbridos apresentaram germinação e vigor mais baixos, porém com a técnica do retrocruzamento a tendência é apresentar genótipos mais próximos ao genitor recorrente (Tabela 11).

Foi o que Santos et al. (2014), avaliando a divergência genética em 138 genótipos (10 *P. edulis*, 10 *P. setacea* e 118 híbridos interespecíficos) com o auxílio de 23 descritores quantitativos e 12 qualitativos, puderam identificar pelos dados morfoagronômicos uma maior variabilidade entre os pais. Neste estudo, a elevada dissimilaridade entre os genótipos pode ser explicada em função das diferenças contrastantes dos caracteres de qualidade fisiológica de sementes, avaliadas nesse estudo.

Para PCG os genótipos Rc32 e Rc66 se encontram no mesmo grupo de Pe. Para G foram os genótipos Rc3, Rc32, Rc35, Rc38, Rc53, Rc59, Rc61, Rc62, Rc66 e Rc80. Para CR foram H1, H3, H14, H15, Rc62 e Rc66. Para IVER foram os genótipos Rc32, Rc38, Rc50, Rc53e Rc66. Para a variável CP, *P. edulis* não demonstrou bom desempenho de vigor, sendo os genótipos H1, H3, H14, H15, Rc3, Rc 26, Rc44, Rc48, Rc53, Rc 57, Rc59, Rc62, Rc66, Rc71, Rc80 e Rc83, agrupados com melhores respostas. (Tabela 11).

Freitas (2009), comparando 26 progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-azedo, avaliou e constatou que elas mostraram grande variabilidade com relação a valores de germinação, a diversidade foi avaliada com base em caracteres de qualidade fisiológica de sementes, observou que a germinação inicial foi superior a 69% para todas as progênies, observou também a formação de grupos, classificando-os com baixo, médio e alto vigor.

Tabela 11. Média das características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes: PCG: primeira contagem de germinação; G: germinação; CR: comprimento de radícula; CP: comprimento de plântula; IVER: índice de velocidade de emissão de radícula, de 37 genótipos de maracujazeiro-azedo agrupados pelo teste de Scott Knott.

Genótipo	PCG(%)	G(%)	TR(cm)	TP(cm)	IVER
Pe	87a	95a	7,7a	5,3c	9,23a
Ps	0h	1f	0,1e	0,1e	2,14d
H1	1h	19e	7,4a	13,5a	0,86d
H2	2h	21e	5,3c	11,7	1,04d
H3	8f	32d	6,6a	11,1a	1,64d
H5	5g	17e	5,7b	5,1c	5,68b
H7	32d	65b	4,5c	3,9d	3,50c
H11	15e	30d	7,1a	5,8c	4,87b
H12	1h	18e	6,5a	10,5b	1,33d
H13	30d	46c	4,9c	5,0c	3,33c
H14	3g	23e	5,7b	11,2a	0,80d
H15	1h	35d	6,8a	12,1a	2,54c
Rc3	30d	91a	5,0c	11,9a	5,97b
Rc10	27d	39c	6,1b	9,5b	4,27b
Rc16	2h	13e	5,1c	10,0b	2,57c
Rc18	45c	53b	5,3c	4,3d	5,97b
Rc24	35d	41c	5,8b	4,3d	6,23b
Rc26	32b	33b	5,6b	12,3a	4,12b
Rc32	73a	85a	4,4c	10,1b	7,03a
Rc35	15e	82a	4,6c	10,1b	4,93b
Rc37	26d	33d	5,3c	9,9b	5,17b
Rc38	64b	95a	5,1c	10,6b	8,10a
Rc44	9f	11e	5,3c	12,1a	0,87d
Rc47	1h	15e	5,5c	10,6b	2,04d
Rc48	9f	15e	4,8c	11,4a	1,47d
Rc50	42c	61b	5,8b	10,5b	7,64a
Rc51	0h	43c	3,0d	4,0d	3,49c
Rc53	48c	81a	6,1b	11,4a	10,62a
Rc57	4g	16e	4,6c	11,5a	1,75d
Rc59	42c	86a	5,9b	11,4a	5,62b
Rc61	47c	86a	4,9c	6,0c	6,15b

Cont. tabela11

Genótipo	PCG(%)	G(%)	TR(cm)	TP(cm)	IVER
Rc62	61b	99a	6,7a	13,1a	6,49b
Rc66	80a	92a	6,9a	13,1a	7,24a
Rc71	32d	60b	5,9b	11,6a	5,85b
Rc80	62b	80a	6,1b	11,8a	2,96c
Rc83	26d	30d	4,7c	11,0a	3,14c
Rc92	39c	40c	5,3c	9,9b	4,95b

Segundo Marcos Filho (2000), as sementes que germinam mais rapidamente, isto é, que apresentam maior porcentagem de plântulas normais nessa contagem são consideradas de maior vigor. O teste de primeira contagem pode ser indicado para avaliação do potencial fisiológico de sementes em laboratório, visto que é um teste simples e eficiente e pode ser correlacionado positivamente com o teste de germinação.

Lima e Guerreiro (2007) avaliaram germinação de sementes de maracujazeiro e averiguaram que as sementes começaram a germinar 13 dias após a semeadura.

Pádua et al. (2011) avaliaram a germinação inicial de sementes de *Passiflora setacea* DC com diferentes níveis de umidade e após a conservação sob diferentes temperaturas, utilizaram tratamentos pré-germinativos com nitrato de potássio (KNO₃) e ácido giberélico (GA₃). A avaliação realizada no oitavo mês de armazenamento mostrou que houve germinação das sementes não tratadas. Mostrando que para a germinação de sementes de *P. setacea* é necessário a utilização de indutores germinativos. Foi observado neste trabalho que as sementes de *P. setacea* apresentaram baixa germinação por não haver nenhum tipo de tratamento para a germinação.

Também Orozco-Restrepo et al. (2014) observaram a capacidade de germinação em sementes de *P. setacea* em diferentes tratamentos (polinização natural, autopolinização: natural, na fase de gemas e na antese com cruzamento entre flores da mesma planta e entre flores de plantas diferentes da mesma espécie) e verificaram que o início da germinação das sementes ocorreu a partir dos 28 dias após semeadas para todos os tratamentos, sendo este relacionado, bem como a porcentagem de germinação do mesmo, a dormência apresentada pelas sementes desta espécie. Foi o que foi observado neste trabalho, que mesmo estendendo os dias do teste de germinação para sementes de *P. setacea*, quase

não houve germinação. De acordo com Vieira et al. (2008), a baixa germinação também pode estar associada a diferenças no grau de umidade nas sementes, o que causaria germinação irregular.

Os resultados observados para os híbridos apresentaram valores intermediários de germinação das sementes. Resultados próximos foram encontrados por Souto et al. (2017), avaliando híbridos obtidos do cruzamento de progênies do programa de melhoramento da Universidade Federal de Viçosa com híbridos comerciais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e do Viveiro Flora Brasil, verificaram uma variação de germinação de 3% a 84%.

Os valores observados neste estudo revelam que dentre os genótipos estudados os retrocruzamentos foram os que apresentaram valores de fisiologia de sementes mais próximos ao parental *P. edulis*, o que pode ser justificado pelo fato de que com esse método, é possível alcançar vigor e germinação das sementes ao longo dos ciclos de retrocruzamentos.

3.5. RESUMO E CONCLUSÕES

A variabilidade genética vegetal é uma condição primordial para os programas de melhoramento de plantas, pois possibilita selecionar genótipos promissores que darão início a novos programas.

Essa variabilidade se baseia em diferenças morfológicas e fisiológicas dos genitores, auxiliando na obtenção das combinações híbridas entre eles, o que é vantajoso, especialmente quando o número de genitores cuja diversidade que se deseja conhecer é elevado. Nos estudos de melhoramento genético de plantas, principalmente em programas de seleção, a diversidade genética pode ser investigada precocemente pela qualidade fisiológica das sementes, por meio de testes de vigor. Notadamente em espécies com propagação via semente, onde se deseja a obtenção de novas variedades com boa capacidade germinativa.

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar a diversidade genética dos genótipos de população segregante do cruzamento entre *P. edulis* e *P. setacea* por meio de repostas da qualidade fisiológica e morfológica de sementes.

Foram utilizadas 17 variáveis para avaliação das características morfológicas de sementes, fornecidas pelo equipamento GroundEye[®]. Para a avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), tamanho de plântula (TP) e tamanho de radícula (TR).

Os testes de avaliação de qualidade física foram a determinação do grau de umidade (U%) e o peso de mil sementes (PMS).

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância multivariada para avaliação da diversidade genética. Para diferenciação entre genótipos de população segregante de *Passiflora*, e as médias das características de qualidade física e fisiológica foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

As variáveis de qualidade fisiológica para este estudo da diversidade genética foram expressivas.

Houve separação dos parentais pelo dendrograma estruturado a partir da distância euclidiana, observada a partir das variáveis de germinação e vigor e de fenotipagem digital.

Foram formados três grupos, onde os parentais se encontraram em grupos distintos.

Os métodos de agrupamentos foram eficientes para a avaliação do índice de dissimilaridade de genótipos de população segregante de *Passiflora*.

Os genótipos de retrocruzamento Rc32, Rc53, Rc62 e Rc66 são mais próximos ao *P. edulis* na avaliação da qualidade fisiológica de sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre, R. S.; Wagner, A.J.; Negreiros, J.R.S.; Parizzotto, A.; Bruckner, C.H. (2004). Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 39:12, 1239-1245.
- Andrade D. B.; Oliveira A. S.; Pinto C. A. G.; Pires R. M. O.; Oliveira, A. S.; Silva, M. A.; Carvalho, M. L. M. (2016). Detection of green seeds in soybean lots by the seed analysis system (SAS). *International Journal of Current Research*. 22 Feb. p. 462-26,465.
- Andrade, D. B. (2014). *Sistema de análises de sementes (SAS) na detecção de misturas varietais e de sementes esverdeadas em soja*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia), Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA,. 78p.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. (2009). Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 105p. (Contribution, 32).
- Araújo, F. P.; Silva, N.; Queiroz, M. A. (2008) Divergência genética entre acessos de *Passiflora cincinnata* mast com base em descritores morfoagronômicos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30 (3): 723-730.
- Bewley, J. D.; Black, M. (1994). Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum Press. 420p.
- Bouroche, J. M.; Saporta, G. (1982). *Análise de dados*. Rio de Janeiro: Zahar. 117p.

- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS. 398 p.
- Cardoso, D. L.; Silva, R. F.; Pereira, M. G.; Viana, A.P.; Araújo, E. F. (2009). Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. *Revista Ceres*, 56:5, 572.
- Carvalho N.M.; Nakagawa J. (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP.
- Carvalho, L.P.; Lanza, M.A.; Fallieri, J.; Santos, J.W. (2003) Análise da divergência genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38:10, 1149-1155.
- Castro R.; Bradford K. J.; Hilhorst H. W. M. (2004). Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira AG, Borghetti F, eds. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 149-162.
- Catunda, P. H. A.; Vieira, H. D.; Silva, R.F.; Posse, S.C.P. (2003) Influência no teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo, *Revista Brasileira de Sementes*, 25:1, 65-71.
- Cerqueira-Silva.; C. B. M.; Cardoso-Silva, C. B.; Notato J. V. A.; Corrêa, R. X.; Oliveira A.C. (2009). Genetic dissimilarity of 'yellow' and 'sleep' passion fruit accessions based on the fruits' physicalchemical characteristics. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 9: 210-218.
- Crossa, J.; Franco, J. (2004) Statistical methods for classifying genotypes. *Euphytica*, 137:1, 19–37.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. (2004). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: UFV, 480p.
- Cruz, C. D. (2013). Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. 35:3, 271-276.
- Cruz C. D.; Carneiro P.C.S.; Regazzi A. J (2014). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3 ed. Viçosa:UFV. 668p.
- Cruz, C. D.; Carneiro, P.C.S. (2006). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. ed. Viçosa: UFV, 585p.

- Dan, E. L.; Mello, V. D. C.; Wetzel, C. T.; Popinigis, F.; Zonta, E. P. (1987). Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 9:3, 45-55.
- Dias, D. C. F. S.; Marcos-Filho, J. (1995). Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. *Informativo Abrates*, Brasília, 5, 26-33.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (ed.) (2005) *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Planaltina: Embrapa Cerrados. 677p.
- Fischer, I. H.; Arruda, M. C.; Almeida, A. M.; Garcia, M. J. M.; Jeronimo, E. M.; Pinotti, R. N.; Bertani, R. M. A. (2007) Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29:254-259.
- Fonseca, S.C.L.; Silva, W.R. (2005) Conservação de sementes de maracujá-amarelo: interferências do teor de água das sementes e da temperatura de armazenamento. *Bragantia*, Campinas, 64:2, 273-289.
- Freitas, J. C. O.; Viana, A. P.; Santos, E. A., Higino, F. L.; Paiva, C. L.; Rodrigues, R.; Eiras, M. (2015). Genetic basis of the resistance of a passion fruit segregant population to *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). *Tropical plant pathol.* 40:291–297.
- Freitas, J. C. O.; Viana, A. P.; Santos, E. A.; Paiva, C. L.; Higino, F. L.; Souza, M. M. (2016). Sour passion fruit breeding: Strategy applied to individual selection in segregating population of *Passiflora* resistant to Cowpea aphid-born mosaic virus (CABMV). *Scientia Horticulturae*, 211:241-247.
- Freitas, M. V. S. (2009). Qualidade fisiológica das sementes e parâmetros genéticos de progênies de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF. 52 p.
- Granitto, P. M.; Verdes, P. F.; Ceccato, H. A. (2005). Large-scale investigation of weed seed indentification by machine vision. *Computers and Eletronics in Agriculture*, New York, 47:15 -24.
- Gunasekaran, S.; Cooper, T.M.; Berlage, A.G. (1988). Evaluating quality factors of corn and soybeans using a computer vision system. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph. 31:4,1264- 1271.

- Hampton, J. G.; Tekrony, D. M. (1995). *Handbook of vigour test methods*. 3.Ed. Zurich: Ista, 117p.
- IBGE. (2016). Produção agrícola municipal., Rio de Janeiro, 43:1-62: Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 09 de outubro de 2017.
- ISTA. (1995). *International Seed Testing Association Handbook of vigour test methods*. 3.ed. Zurich: ISTA, 117p.
- Krause, W.; Viana, A. P.; Cavalcante, N. R.; Ambrósio, M.; Santos, E. A.; Vieira, H. D. (2017). Digital phenotyping for quantification of genetic diversity in inbred guava (*Psidium guajava*) families. *Genetic and Molecular Research*. 16 (1): gmr16019474.
- Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). (1999) *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. p.1-24.
- Lima, D. S.; Guerreiro, J. C. (2007). Germinação de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. Flavicarpa deg.) em diferentes compostos orgânicos e ambientes. *Revista científica eletrônica de agronomia*, Ano VI n. 11, ISSN: 1677-0293.
- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 2:1,176-177.
- Malhotra, N. K. (2001). Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 720p.
- Marcos-Filho, J. (2005). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, v. 12, 2005. 495p.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Brasil, Londrina, ABRATES, 659p.
- Marcos-Filho, J. (2011). Testes de vigor: dimensão e perspectivas. Seed News. Disponível em: http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=92. Acesso em: 25/11/17.
- Mcdonald, M. B. (1993). The history of seed vigour testing. *Journal of Seed Technology*. 17:2, 93-100.
- Meletti, L. M. M. (2011) Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Volume Especial, 83-91.

- Meletti, L. M. M.; Furlani, P. R. Álvares, V.; Soares-Scott, M. D.; Bernacci, L. C.; Filho, J. A. A. (2002). Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. *O Agrônomo*, Campinas, 54:30-33.
- Meletti, L.M.M.; Bruckner, C.H. (2001). Melhoramento Genético. In: Bruckner, C.H.; Picanço, M.C. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, p 345-385.
- Meletti, L.M.M.; Oliveira, J. C.; Ruggiero, C. (2010). Maracujá. Jaboticabal: FUNEP. (Série Frutas Nativas, 6) 55p..
- Mertz, L. M.; Henning; F. A.; Cruz; H. L.; Meneghello, G. E.; Ferrari, C. S.; Zimmer, P. D. (2009). Diferenças estruturais entre tegumentos de sementes de soja com permeabilidade contrastante. *Revista Brasileira de Sementes*, 31:1, 23-29.
- Mistro, J.C. (2011). Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. *Ciência Rural*, 41:7, 1218-1228.
- Mohammadi, S. A.; Prasanna, B. M. (2003) Analysis of Genetic Diversity in Crop Plants - Salient Statistical Tools. *Crop Science*, 43:1235–1248.
- Nascimento, A. V. S.; Souza, A. R. R.; Alfenas, P. S.; Andrade, G. P.; Carvalho, M.G.; Pio-Ribeiro, G.; Zerbini, F. M. (2004) Análise filogenética de potyvírus causando endurecimento dos frutos do maracujazeiro no Nordeste do Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 29(4):378-383.
- Nakagawa, J.; Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França-Neto, J. B. (1999). *Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas*. In: *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 4-1–4-26.
- Negreiros; J. R. S.; Alexandre, R. S.; Álvares, V. S.; Bruckner, C. H.; Cruz, C. D. (2008). Divergência genética entre progênies de maracujazeiro amarelo, com base em características das plântulas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 30:1,197-201.
- Nunes, T.S., Queiroz, L.P. (2006) Flora da Bahia: Passifloraceae. *Sitientibus*. Série Ciências Biológicas, 6(3):194-226.
- Orozco-Restrepo, S. M.; Rojas-Duque S. L.; Santos, T. M.; Aristizábal-Loaiza, J. C.; Horst-Bruckner, C. Evaluación de fructificación y determinación de la capacidad germinativa de semillas en *Passiflora setacea*. *Revista Agronomía*. 22(1): 66-76.

- Pacheco, C. A.; Schutzer, K.; Verruma-Bernardi, M. R.; Montero, D. A. V.; Meletti, L.M.M. (2014). Physicochemical and sensory analyses of purple and yellow passion fruit. *International Research Journal of Horticulture*, 2:1 1–5.
- Pacheco, C. A.; Schutzer, K.; Verruma-Bernardi, M. R.; Montero, D. A. V.; Meletti, L. M. M. (2014) Physicochemical and sensory analyses of purple and yellow passion fruit. *International Research Journal of Horticulture*. 2:11–5.
- Pádua, J. G., Schwingel, L. C., Mudim, R. C., Salomão, A. N., Roverijósé, S. C. B. (2011). Germinação de sementes de *Passiflora setacea* e dormência induzida pelo armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*. 33:1, 080-085.
- Paiva, C. L.; Viana, A. P.; Santos, E. A.; Silva, R. N. O.; Oliveira, E. J. (2014). Diversidade genética de espécies do gênero *Passiflora* com o uso da estratégia Ward-MLM. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36:2, 381-390. 201.
- Passiflora* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12506>>. Acesso em: 02 Mai. 2018.
- Pinto, C. A. G.; Carvalho, M. L. M.; Andrade, D. B.; Leite, E. R.; Chalfoun, I. (2015). Image analysis in the evaluation of the physiological potential of maize seeds. *Revista Ciência Agronômica*, 46:2, 319-328.
- Podani, J.; Schmera, D. 2006. On dendrogram-based measures of functional diversity. *Oikos*, 115(1), 179–185.
- Ranzani, R. E. (2015). Influência do teor de água na qualidade fisiológica e criopreservação de sementes de *Passiflora suberosa* L. Monografia (Título de Engenheiro Agrônomo) – Cáceres – MT, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, 24p.
- Regazzi, A. J. INF 766 - *Análise multivariada*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática, 2001. 166p.
- Rodrigues, D. L. (2015). Qualidade de sementes e variabilidade genética de progênies C03 de maracujazeiro-azedo em função da adubação e do

- armazenamento. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF. 99p.
- Rodrigues, D. L.; Viana, A. P.; Vieira, H. D.; Santos, E. A.; Silva, F. H. L.; Santos, C. L. (2017). Contribution of production and seed variables to the genetic divergence in passion fruit under different nutrient availabilities. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 52:8, 607-614.
- Santos, E. A.; Viana, A. P.; Freitas, J. C. O.; Souza, M. M.; Paiva, C. L., Rodrigues, D.L.; Tavares, R. F. (2014) Phenotyping of *Passiflora edulis*, *P. setacea*, and their hybrids by a multivariate approach. *Genetics and Molecular Research*, 13:4, 9828-9845
- Santos, E. A., Viana, A. P., Freitas, J. C.O.; Silva, F. H. L.; Rodrigues, R.; Eiras, M. (2015). Resistance to Cowpea aphid-borne mosaic virus in species and hybrids of *Passiflora*: advances for the control of the passion fruit woodiness disease in Brazil *Europa Journal Plant Pathology*. 08 Mai. p. 143:85–98.
- Santos, E. R.; Barros, H. B.; Capone, A.; Melo, A. V.; Cella, A. J. S.; Santos W. R. (2012). Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 7:2, 247-254.
- Silva, F. H. L.; Viana, A. P.; Ferreira R. T.; Freitas.; J. C. O.; Santos; J. O.; Rodrigues.; D. L. (2014). Measurement of genetic diversity in progênies of sour passion fruit by Ward-MLM methodology: a strategy for heterotic group formation. *Ciência e Agrotecnologia*. 38:3, 240-246.
- Singh, D. (1981) The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, 41:237-245.
- Souto, A. G. L.; Cremasco, J. P. G. Maitan, M. Q.; Azevedo, J. L. F.; Ribeiro, M. R.; Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. (2017). Seed germination and vigor of passion fruit hybrids. *Comunicata Scientiae* 8(1): p 134-138.
- Sudré, C. P.; Leonardecz, E.; Rodrigues, R.; Amaral Júnior, A.T.; Moura, M. C. L., Gonçalves, L. S. A. (2007) Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. *Horticultura Brasileira*. 25(4):496-503.
- Ulmer, T.; MacDougal, J. M. (2004). *Passiflora: Passionflowers of the World*. 276p.

- Vanderplank, J. (2000). *Passion flowers*. Cambridge: The MIT Press, 224p.
- Veasey, E. A.; Piottol, F. A.; Nascimento, W. F.; Rodrigues, J. F.; Mezette, T. F.; Borges, A.; Biguzzi, F. A.; Santos, F.R.C.; Sobierajski, G.R.; Recchia, G.H.; Mistro, J. C. (2011). Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. *Ciência Rural*. 41:7,1218-1228.
- Venora, G.; Grillo, O, Shahin, M. A.; Symons S. J. (2007). Identification of Sicilian landraces and Canadian cultivars of lentil using an image analysis system. *Food Research International*. 40: 161-166.
- Viana, A. P.; Pereira, T. N. S.; Pereira, M. G.; Souza, M.M., Aldonado, J.F.M., Amaral Jr, A.T. (2003) Genetic diversity among yellow passion fruit commercial genotypes and among *Passiflora* species using RAPD. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25:3, 489-493.
- Viana, A. P., Pereira, T. N. S., Pereira, M. G., Amaral Júnior, A. T.; Souza, M. M.; Maldonado, J. F. M. (2004) Parâmetros genéticos em populações de maracujazeiro amarelo. *Revista Ceres*, Viçosa, 51:297, 541-551.
- Viana, A. P.; Silva, F. H. L.; Gonçalves, G. M.; Silva, M. G. M.; Ferreira, R. T.; Pereira, T. N S.; Pereira, M. G.; Amaral Júnior, A. T.; Carvalho, G. F. (2016). UENF Rio Dourado: a new passion fruit cultivar with high yield potential. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16: 250-253.
- Vieira Junior, P. A. (1998). Emprego da técnica de análise de imagens na determinação do comprimento e da largura de sementes de milho. 153f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Vieira, L. M.; Pereira, W.V.S.; Aquino, F.F.; Oliveira, T. G. S. Ribeiro, L. M.; Simões, M.O.M. (2008). Análise biométrica de frutos e sementes de *Passiflora setacea* (on line). En: IX Simpósio Nacional do Cerrado - II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais, Parlamundi, Brasília - DF. Disponível em: <https://http://www.cpac.embrapa.br/download/408/t>. Acesso em: 14 de abril de 2018.
- Zayas, I.; Converse, H.; Steele, J. (1990). Discrimination of whole from broken corn kernels with image analysis. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 33:5, 1642-1646.

APÊNDICES

Apêndice 1: Referência de nomenclatura dos genótipos de população segregante de *Passiflora* do programa de melhoramento do maracujazeiro-azedo visando resistência ao CABMV da UENF e as usadas neste trabalho.

Identificação programa melhoramento	Identificação neste trabalho	Identificação programa melhoramento	Identificação neste trabalho
<i>P. edulis</i>	Pe	RC 113	Rc27
<i>P. setacea</i>	Ps	RC 136	Rc28
H5.1.P4	H1	RC 137	Rc29
H5.1.P5	H2	RC 155	Rc30
H5.1.P8	H3	RC 160	Rc31
H5.13.P3	H4	RC 168	Rc32
H5.13.P5	H5	RC 174	Rc33
H5.13.P6	H6	RC 180	Rc34
H5.13.P7	H7	RC 182	Rc35
H5.13.P9	H8	RC 183	Rc36
H5.13.P12	H9	RC 186	Rc37
H5.14.P1	H10	RC 227	Rc38
H5.14.P7	H11	RC 248	Rc39
H5.14.P8	H12	RC 251	Rc40
H5.16.P6	H13	RC 253	Rc41
H1.15.P5	H14	RC 254	Rc42
H1.15.P9	H15	RC 259	Rc43
RC 022	Rc1	RC 261	Rc44
RC 013	Rc2	RC 268	Rc45
RC 017	Rc3	RC 283	Rc46
RC 024	Rc4	RC 288	Rc47
RC 029	Rc5	RC 290	Rc48
RC 030	Rc6	RC 293	Rc49
RC 031	Rc7	RC 294	Rc50
RC 032	Rc8	RC 312	Rc51
RC 033	Rc9	RC 320	Rc52
RC 038	Rc10	RC 327	Rc53
RC 039	Rc11	RC 329	Rc54
RC 046	Rc12	RC 360	Rc55
RC 047	Rc13	RC 363	Rc56
RC 075	Rc14	RC 381	Rc57
RC 080	Rc15	RC 386	Rc58
RC 081	Rc16	RC 387	Rc59
RC 083	Rc17	RC 388	Rc60
RC 085	Rc18	RC 390	Rc61
RC 087	Rc19	RC 391	Rc62
RC 091	Rc20	RC 399	Rc63
RC 094	Rc21	RC 408	Rc64
RC 097	Rc22	RC 418	Rc65
RC 098	Rc23	RC 419	Rc66
RC 099	Rc24	RC 420	Rc67
RC 109	Rc25	RC 421	Rc68
RC 111	Rc26	RC 436	Rc69

Continuação apêndice 1

Identificação programa melhoramento	Identificação neste trabalho	Identificação programa melhoramento	Identificação neste trabalho
RC 459	Rc70	RC 545	Rc82
RC 464	Rc71	RC 551	Rc83
RC 468	Rc72	RC 553	Rc84
RC 470	Rc73	RC 558	Rc85
RC 479	Rc74	RC 559	Rc86
RC 484	Rc75	RC 561	Rc87
RC 492	Rc76	RC 577	Rc88
RC 496	Rc77	RC 586	Rc89
RC 501	Rc78	RC 593	Rc90
RC 506	Rc79	RC 594	Rc91
RC 531	Rc80	RC 595	Rc92
RC 534	Rc81	RC 596	Rc93

Apêndice 2: Resumo da análise de variância para as variáveis de cor de semente: Abaixo do Otsu-CIELab-a (C4), Abaixo do Otsu-CIELab-b (C5), Acima do Otsu-CIELab-L (C12), CIELab-dispersão (C16) e CIELab-Dispersão de a (C17), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5% fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio				
		C4	C5	C12	C16	C17
G	109	53,7319**	261,1018**	323,8073**	30,5165**	2,2183**
R	2640	0,3192	1,6161	12,5657	0,7570	0,0175
Total	2749					
CV (%)		10,92	24,15	12,33	13,51	9,42

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 3: Resumo da análise de variância para as variáveis de cor de semente: CIELab-Dispersão de b (C18), CIELab-Dispersão de L (C19), CIELab-L (C20), Dominância laranja (C23) e Dominância preta (C24), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5% fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio				
		C18	C19	C20	C23	C24
G	109	7,6637**	28,3832**	286,5505**	0,9051**	0,9772**
R	2640	0,3487	0,5138	7,2844	0,0093	0,0116
Total	2749					
CV (%)		20,02	14,77	13,82	34,09	15,72

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 4: Resumo da análise de variância para as variáveis de cor de semente: Média-Canal vermelho (C32), Saturação (C36), Variância da matiz (C37) e de geometria: Área (G2) e Área convexa (G3), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio				
		C32	C36	C37	G2	G3
G	109	2.416,9867**	0,1529**	150,3101**	0,0095**	0,0100**
R	2640	43.9029	0,0010	1,4135	0,0002	0,0002
Total	2749					
CV (%)		11,58	9,29	25,71	9,36	9,36

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 5: Resumo da análise de variância para as variáveis de geometria de semente: Circularidade (G4), Circularidade por fator de forma (G5), Diâmetro de Feret (G24), Diâmetro mínimo (G16) e Esfericidade da forma (G18), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio				
		G4	G5	G24	G16	G18
G	109	0,0848**	0,0167**	0,0365*	0,0150**	8,2611*
R	2640	0,0005	0,0004	0,0018	0,0009	0,4018
Total	2749					
CV (%)		3,37	5,30	7,39	7,64	3,95

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade e *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 6: Resumo da análise de variância para as variáveis de geometria de semente: Esfericidade da forma modificada (G18), Número de quinas por Harris (G24), Número de quinas por Susan (G25), Perímetro (G26) e que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio			
		G18	G24	G25	G26
G	109	0,0199**	49.549,6680**	15.887,4923**	0,2479**
R	2640	0,0008	551,8994	314,0195	0,0153
Total	2749				
CV (%)		7,59	13,87	36,49	7,57

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 7: Resumo da análise de variância para as variáveis de geometria de semente: Quociente de aspecto (G28), Rácio de modificação (G29), Retângulos circunscritos-Área média (G30), Retângulos circunscritos-Maior área (G31) e Retângulos circunscritos-Maior aresta (G32), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio				
		G28	G29	G30	G31	G32
G	109	0,0593**	0,0552**	0,0179**	0,0220**	0,0365*
R	2640	0,0005	0,0007	0,0005	0,0005	0,0018
Total	2749					
CV (%)		3,38	4,10	9,31	9,39	7,39

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade e *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 8: Resumo da análise de variância para as variáveis de geometria de semente: Retângulos circunscritos-Maior perímetro (G33), Retângulos circunscritos-Menor área (G36), Retângulos circunscritos-Menor perímetro (G38) e Variância elíptica (G41) e de textura: Haralick-Contraste (T2), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio				
		G33	G36	G38	G41	T2
G	109	0,3407**	0,0155**	0,2878**	85,4428**	3.820,5519**
R	2640	0,0208	0,0004	0,0194	0,9902	82,7104
Total	2749					
CV (%)		7,35	9,28	7,36	1,83	29,58

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 9: Resumo da análise de variância para as variáveis de textura de semente: Haralick-Dissimilaridade (T4), Laws-SR (T21) e Laws-SW (T23), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio		
		T4	T21	T23
G	109	15,7837**	9.201.071.282,5740**	8.602.242.193,0753**
R	2640	0,2527	184.372.485,1837	171.649.040,7469
Total	2749			
CV (%)		14,43	10,50	10,56

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 10: Resumo da análise de variância para as variáveis de textura de semente: RunLength-HGRE (T27) e RunLength-LRHGE (T17), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio	
		T27	T17
G	109	16.183.959,8443**	28.396.382,7131**
R	2640	767.749,9984	1.044.528,4200
Total	2749		
CV (%)		33,31	26,89

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 10: Resumo da análise de variância para as variáveis de textura de semente: RunLength-RLNU (T18) e RunLength: SRHGE (T25), que tiveram contribuições para importância dos caracteres acima de 2% e 5%, fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado Médio	
		T18	T25
G	109	3.341.513.278,8033**	14.728.199,9936*
R	2640	50.878.387,1757	718.003,0203
Total	2749		
CV (%)		11,27	34,83

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade e *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 11: Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S_j) para a divergência genética para variáveis de cor de sementes fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

Variável	S_j	Valor em %
Abaixo do Otsu: Canal azul	17.227,9530	1,38
Abaixo do Otsu: Canal verde	7.367,2466	0,59
Abaixo do Otsu: Canal vermelho	15.721,7094	1,26
Abaixo do Otsu: CIELab: a	76.473,9969	6,15
Abaixo do Otsu: CIELab: b	28.493,8737	2,29
Abaixo do Otsu: CIELab: L	10.813,3181	0,87
Acima do Otsu: Canal azul	9.530,0806	0,77
Acima do Otsu: Canal verde	13.880,9142	1,12
Acima do Otsu: Canal vermelho	7.133,4519	0,57
Acima do Otsu: CIELab: a	8.611,7716	0,69
Acima do Otsu: CIELab: b	21.041,6481	1,69
Acima do Otsu: CIELab: L	25.305,4212	2,03
Brilho	1.999,2027	0,16
CIELab: a	8.401,5522	0,68
CIELab: b	9.456,5974	0,76
CIELab: Dispersão	167.245,2971	13,44
CIELab: Dispersão de a	44.787,5225	3,60
CIELab: Dispersão de b	50.361,7149	4,05
CIELab: Dispersão de L	149.563,0007	12,02
CIELab: L	182.800,5089	14,69
Concetraçãoda matiz	16.197,2544	1,30
Dominância cinza escuro	1.892,3117	0,15
Dominância laranja	58.837,6409	4,73
Dominância preta	63.768,1599	5,13
Dominância vermelha	6.009,8426	0,48
Intensidade	1.763,4342	0,14
Luma	7.292,5622	0,59
Luminosidade	9.759,9247	0,78
Matiz	16.165,5464	1,30
Média: Canal azul	4.069,4077	0,33
Média: Canal verde	20.501,3285	1,65
Média: Canal vermelho	37.749,4175	3,03
Predominante: Canal azul	8.115,5554	0,65
Predominante: Canal verde	6.574,6246	0,53
Predominante: Canal vermelho	6.761,1862	0,54
Saturação	58.949,6181	4,74
Variância da matiz	63.428,8258	5,10

Apêndice 12: Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S_j) para a divergência genética para variáveis de geometria de sementes fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de *Passiflora*.

Variável	S_j	Valor em %
Afinamento	6.642,1474	1,25
Área	17.727,3345	3,33
Área convexa	16.730,4454	3,14
Circularidade	17.902,2011	3,36
Circularidade por fator de forma	15.569,5957	2,92
Circularidade por FFCg	1.557,8847	0,29
Circularidade por FFCm	4.564,0250	0,86
Complexidade da forma	3.416,1124	0,64
Compressão	6.130,9362	1,15
Convexidade do contorno	4.211,2694	0,79
Deformação do contorno	6.819,7161	1,28
Diâmetro contido	1.389,8927	0,26
Diâmetro de Feret	30.101,0730	5,65
Diâmetro máximo	7.179,7137	1,35
Diâmetro máximo lateral	10.297,3106	1,93
Diâmetro mínimo	14.620,6006	2,75
Distâncias convexas	7.035,4773	1,32
Esfericidade da forma	20.380,5231	3,83
Esfericidade da forma modificada	24.356,2852	4,57
Extensão	1.765,2521	0,33
Irregularidade do contorno	4.205,2576	0,79
Mudança de segmentos de retas no perímetro	3.103,3994	0,58
Mudança no perímetro	744,6152	0,14
Número de quinas por Harris	58.495,0569	10,98
Número de quinas por Susan	17.656,8670	3,32
Perímetro	12.557,0112	2,36
Perímetro convexo	517,0452	0,10
Quociente de aspecto	13.258,1540	2,49
Rácio de modificação	14.272,1774	2,68
Retângulos circunscritos: Área média	31.721,4047	5,96
Retângulos circunscritos: Maior área	32.091,5297	6,03
Retângulos circunscritos: Maior aresta	12.871,6312	2,42
Retângulos circunscritos: Maior perímetro	15.912,7708	2,99
Retângulos circunscritos: Média das maiores arestas	3.619,7581	0,68
Retângulos circunscritos: Média das menores arestas	3.143,4933	0,59
Retângulos circunscritos: Menor área	29.047,9851	5,45
Retângulos circunscritos: Menor aresta	1.730,1392	0,32
Retângulos circunscritos: Menor perímetro	15.962,0548	3,00
Retângulos circunscritos: Perímetro médio	6.572,3110	1,23
Solidez do contorno	8.573,9171	1,61
Variância elíptica	28.198,7016	5,29

Apêndice 13: Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S_j) para a divergência genética para variáveis de textura de sementes fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 110 genótipos de população segregante de Passiflora.

Variável	S_j	Valor em %
Fourier: Média das fases	417,7144	0,03
Haralick: Contraste	74.489,5899	5,02
Haralick: Correlação	4.641,1375	0,31
Haralick: Dissimilaridade	160.229,7218	10,80
Haralick: Energia	508,4015	0,03
Haralick: Entropia	7.655,5724	0,52
Haralick: Homogeneidade	16.956,6826	1,14
Haralick: Média	27.821,0489	1,88
Haralick: Variância	9.023,1616	0,61
Laws: ER	14.865,7044	1,00
Laws: ES	1.552,6023	0,11
Laws: EW	12.711,5348	0,86
Laws: LR	10.801,6994	0,73
Laws: LS	7.632,3815	0,52
Laws: LW	8.182,0670	0,55
Laws: RW	7.944,5205	0,54
Laws: SR	43.416,8959	2,93
Laws: SW	34.850,4323	2,35
RunLength: GLD	14.479,4175	0,98
RunLength: GLNU	26.279,0582	1,77
RunLength: HGRE	359.424,2639	24,23
RunLength: LRE	495,3648	0,03
RunLength: LRHGE	95.531,8230	6,44
RunLength: RLD	19.910,6471	1,34
RunLength: RLNU	72.746,2809	4,90
RunLength: SRE	3.796,0971	0,26
RunLength: SRHGE	431.137,8697	29,06
SFM: Medida do espaço de frequência	922,6127	0,62
SFM: Medida do espaço de frequência modificado	15.060,0843	1,02

Apêndice 14: Resumo da análise de variância do teste de umidade de 21 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio
Genótipo	20	0,8013**
Resíduo	21	0,0687
Total	41	
CV(%)		2,87

CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 15: Resumo da análise de variância para peso de mil sementes de 17 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio
Genótipo	16	0,3753**
Resíduo	119	0,0026
Total	135	
CV(%)		2,62

CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 16: Resumo da análise de variância para as variáveis de qualidade fisiológica: Germinação (G), Primeira contagem de germinação (PC), Tamanho de plântula (TP), Tamanho de radícula (TR) e Índice de velocidade de emissão de radícula (IVER), de 37 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio				
		G	PC	TP	TR	IVER
G	36	21,7607**	28,1286**	1,6285**	0,4484**	1,4886**
R	111	0,3337	0,3916	0,0479	0,0271	0,1487
Total	147					
CV (%)		8,82	13,60	7,11	6,82	18,40

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 17: Resumo da análise de variância para as variáveis de qualidade física de cor: Abaixo do otsu-CIELab-a (C8), CIELab-Dispersão (C20), CIELab-Dispersão de L (C23) e CIELab-L (C24), fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 37 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio			
		C8	C20	C23	C24
G	36	0,2688**	0,1264**	0,0144**	0,3995**
R	111	0,0023	0,0064	0,0006	0,0238
Total	147				
CV (%)		2,01	3,10	3,43	3,51

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 18: Resumo da análise de variância para as variáveis de qualidade física de cor: Dominância preta (C31) e, Variância de matiz (C45) e de geometria: Diâmetro de Feret (G13) e Número de quinas por Harris (G24), fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 37 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio			
		C31	C45	G13	G24
G	36	0,0224**	1,0895**	0,0013**	9,4328**
R	111	0,0006	0,0100	0,0001	0,1747
Total	147				
CV (%)		2,21	4,56	0,80	3,24

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 19: Resumo da análise de variância para as variáveis de qualidade de geometria: Retângulos circunscritos-Área média (G30), Retângulos circunscritos: Maior área (G31), Retângulos circunscritos: Menor área (G36) e Variância elíptica (G41), fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 37 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio			
		G30	G31	G36	G41
G	36	0,0009**	0,0011**	0,0008**	0,0548**
R	111	0,00003	0,00004	0,00004	0,0006
Total	147				
CV (%)		0,63	0,73	0,70	0,32

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Apêndice 20: Resumo da análise de variância para as variáveis de qualidade física de textura: Haralick-Contraste (T2), Haralick-Dissimilaridade (T4), RunLength-HGRE (T27), RunLength-LRHGE (T17) e RunLength-SRHGE (T25), fornecidas pelo equipamento GroundEye® mini, de 37 genótipos de população segregante de Passiflora.

FV	GL	Quadrado médio				
		T2	T4	T27	T17	T25
G	36	3,1533**	0,1049**	180,6096**	163,6140**	183,3583**
R	111	0,1752	0,0048	14,5828	13,0532	14,7692
Total	147					
CV (%)		7,60	3,48	7,76	6,12	8,12

G: Genótipo, R: Resíduo e CV(%): Coeficiente de variação. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.