

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS MEIO-IRMÃOS,  
TENDO A CULTIVAR BRS BRAVO COMO PARENTAL  
FEMININO, NA GRANDE UNIDADE DE PAISAGEM  
TABULEIROS COSTEIROS**

**ANDRADE ALVES DOS SANTOS**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
AGOSTO - 2021**

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS MEIO-IRMÃOS,  
TENDO A CULTIVAR BRS BRAVO COMO PARENTAL  
FEMININO, NA GRANDE UNIDADE DE PAISAGEM  
TABULEIROS COSTEIROS**

**ANDRADE ALVES DOS SANTOS**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Recursos Genéticos Vegetais, da  
Universidade Federal do Recôncavo  
da Bahia como requisito parcial para  
obtenção do Grau de Mestre em  
Recursos Genéticos Vegetais.

**Orientador:** Dr. Walter dos Santos Soares Filho

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**AGOSTO - 2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

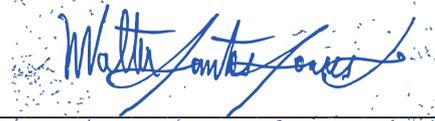
S237c	<p>Santos, Andrade Alves dos.</p> <p>Caracterização fenotípica de híbridos meio-irmãos, tendo a cultivar brs bravo como parental feminino, na grande unidade de paisagem tabuleiros costeiros / Andrade Alves dos Santos. _ Cruz das Almas, Bahia, 2021.</p> <p>55f.; il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Walter dos Santos Soares Filho.</p> <p>1.Frutas cítricas – Porta enxertos. 2.Frutas cítricas – Melhoramento genético – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 634.3</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.  
Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).  
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO

CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS MEIO-IRMÃOS,  
TENDO A CULTIVAR BRS BRAVO COMO PARENTAL  
FEMININO, NA GRANDE UNIDADE DE PAISAGEM  
TABULEIROS COSTEIROS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE ANDRADE  
ALVES DOS SANTOS

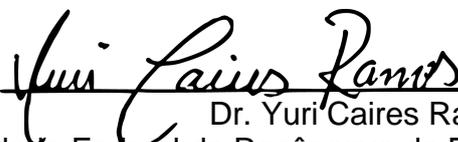


---

Dr. Walter dos Santos Soares Filho

Pesquisador/Embrapa Mandioca e Fruticultura

(Orientador)



---

Dr. Yuri Caires Ramos

Professor/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

(Examinador interno)



---

Dr. Danilo Pereira Costa

Pós-doutorando associado ao Programa de Melhoramento Genético de Citros  
da Embrapa Mandioca e Fruticultura - Bolsista Embrapa/CNPq

(Examinador externo)

Dissertação homologada pelo Colegiado do curso de mestrado em Recursos Genéticos Vegetais em \_\_\_\_\_ , conferindo o Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais em \_\_\_\_\_

A meus pais, Manoel Alves dos Santos e Valdirene Santos Silva, a minha companheira Leila Maria de Jesus Almeida, pelo fim dessa jornada.

**DEDICO**

*“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro  
passo para a vitória é o desejo de vencer!”*

*Mahatma Gandhi*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me permitido viver o sonho de realizar uma pós-graduação e ter me amparado durante todos esses anos.

Agradeço aos meus pais, Manoel e Valdirene, por todo carinho e amor que eles têm por mim e por serem meus mais importantes amigos, além de pais. Amo muito vocês!

Aos meus irmãos, Ueliton, Talita e Vitor e à minha noiva, por todo apoio durante esse longo período de pós-graduação.

Ao meu orientador, professor/pesquisador Dr. Walter dos Santos Soares Filho, por aceitar me orientar, pela atenção e pelo suporte e dedicação e por me dar apoio nos momentos mais difíceis no decorrer da minha trajetória.

Ao Pós-doutorando Dr. Danilo Pereira Costa, por me auxiliar na execução dos meus trabalhos, além de ser grande amigo na vida. Muito obrigado por todos os conselhos profissionais e pessoais durante esses anos.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Programa de Pós-Graduação em Recurso Genéticos Vegetais, por me acolherem durante esses anos de luta e dedicação, me proporcionando conhecimentos valiosos e experiências extraordinárias, para minha vida profissional. À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa e à Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela concessão da infraestrutura necessária ao desenvolvimento do trabalho.

À todos meus amigos que passaram e continuaram em minha vida durante todos esses anos e que de alguma forma me ajudaram a conquistar essa etapa da vida.

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

LISTA DE FOTÓGRAFIA E FIGURAS.....	1
LISTA DE TABELAS.....	2
LISTA DE GRÁFICOS.....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1 MELHORAMENTO GENÉTICO.....	9
1.2 PARENTAIS QUE DERAM ORIGEM À BRS BRAVO.....	12
1.2.1 TANGERINEIRA 'SUNKI'.....	12
1.2.2 LIMOEIRO 'CRAVO'.....	13
1.2.3 TRIFOLIATA.....	13
1.3 TOLERÂNCIA À SECA.....	14
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
<b>CAPÍTULO 1</b> CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS MEIO-IRMÃOS, TENDO A CULTIVAR BRS BRAVO COMO PARENTAL FEMININO, NA GRANDE UNIDADE DE PAISAGEM TABULEIROS COSTEIROS.....	22
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	25
1.2 TOLERÂNCIA À SECA.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4. CONCLUSÃO.....	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## LISTA DE FOTOGRAFIAS E FIGURAS

**FOTOGRAFIA 1.** População de híbridos meio-irmãos tendo como parental feminino a cultivar BRS Bravo – Quadra 3.....31

**FIGURA 1.** Dendrograma baseado na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*, indivíduos com rafia.....37

**FIGURA 2.** Dendrograma baseado na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*, indivíduos sem rafia.....38

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Distribuição de notas atribuídas na avaliação de campo, população com ráfia.....	33
<b>TABELA 2.</b> Distribuição de notas atribuídas na avaliação de campo, população sem ráfia.....	35
<b>TABELA 3.</b> Números de híbridos com ráfia por grupos formados no agrupamento UPGMA.....	38
<b>TABELA 4.</b> Número de híbridos sem ráfia por grupos formados no agrupamento UPGMA.....	39
<b>TABELA 5.</b> Híbridos sem presença de ráfia, que obtiveram a menor nota de tolerância a seca, nota 1 (toda as folhas da planta muito enroladas, com aspecto de secas e com muita queda de folhas) no agrupamento UPGMA.....	39
<b>TABELA 6.</b> Híbridos com presença de ráfia, que obtiveram a maior nota de tolerância à seca, nota 5 (sem enrolamento foliar) no agrupamento UPGMA.....	40
<b>TABELA 7.</b> Híbridos sem presença de ráfia, que obtiveram a maior nota de tolerância à seca, nota 5 (sem enrolamento foliar) no agrupamento UPGMA.....	40
<b>TABELA 8.</b> Distribuição de notas para os caracteres avaliados em campo para o grupo de híbridos selecionados.....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1.</b> Temperatura e precipitação nos anos de 2016 a 2020, da implantação do experimento até avaliações de campo para seleção dos híbridos.....	32
--	----

## **CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS MEIO-IRMÃOS, TENDO A CULTIVAR BRS BRAVO COMO PARENTAL FEMININO, NA GRANDE UNIDADE DE PAISAGEM TABULEIROS COSTEIROS**

**RESUMO:** A citricultura é o principal segmento do agronegócio da fruticultura brasileira. Dentre os obstáculos à sua sustentabilidade, um dos principais é a elevada concentração do uso do limoeiro ‘Cravo’ como porta-enxerto, especialmente no Norte e Nordeste brasileiros. Este trabalho objetivou caracterizar fenotipicamente *seedlings* híbridos (pés-francos ou plantas oriundas da germinação de sementes) resultantes de polinização aberta, tendo como parental feminino a cultivar porta-enxerto BRS Bravo, esta obtida de cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki’ (parental feminino) com um híbrido entre limoeiro ‘Cravo’ e *Poncirus trifoliata*. Os caracteres avaliados compreenderam: vigor da planta (avaliações visuais e métricas), formato (simples ou com dois ou três folíolos) e textura (membranosa ou coriácea) do limbo foliar, arquitetura da copa (globular, semiglobular e ereta), tolerância à seca e reação à reidratação (reação à disponibilidade de água imediatamente após períodos de intenso déficit hídrico). Os trabalhos de caracterização permitiram a identificação de 145 indivíduos com potencial de uso como porta-enxertos.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético, porta-enxerto, *Citrus* spp., *Poncirus*.

**PHENOTYPICAL CHARACTERIZATION OF HALF-SIBS HYBRIDS, HAVING  
THE BRS BRAVO CULTIVAR AS FEMALE PARENTAL IN THE COASTAL  
TABLELANDS**

**ABSTRACT:** The citrus industry is the main agribusiness segment of the Brazilian citrus industry. Among the obstacles to its sustainability, one of the main ones is the high concentration of the use of the 'Rangpur' lime as a rootstock, especially in the North and Northeast of Brazil. This work aimed to phenotypically characterize hybrid seedlings (plants from seed germination) resulting from open pollination, having as female parent the rootstock cultivar BRS Bravo, this one obtained from a cross between 'Sunki' mandarin (female parent) with a hybrid between 'Rangpur' lime and *Poncirus trifoliata*. The characters evaluated included: plant vigor (visual and metric evaluations), shape (simple or with two or three leaflets) and texture (membranous or leathery) of the leaf blade, crown architecture (globular, semiglobular and erect), drought tolerance and reaction to rehydration (reaction to water availability immediately after periods of intense water deficit). The characterization works allowed the identification of 145 individuals with potential use as rootstocks.

**Keywords:** Plant breeding, rootstock, *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*.

## 1. INTRODUÇÃO

A citricultura está entre as principais atividades do agronegócio da fruticultura. Em nível mundial, o Brasil representa 39% da laranja produzida e por mais da metade do suco processado, conforme informações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA (2018). Ainda segundo este órgão, o Brasil participa com 76% do mercado mundial de suco de laranja, sendo o maior produto e exportador mundial, respondendo por cerca de 70% da produção mundial e 80% das exportações mundiais. Em média 70% da laranja produzida no Brasil foram utilizadas para processamento (VIDAL, 2018).

A indústria citrícola teve uma queda das exportações de suco na temporada 2018/19, verificando-se, ao contrário, uma maior oferta de suco de laranja da parte dos Estados Unidos; mas a tendência geral é de aumento da demanda por suco de laranja do Brasil. Vários fatores têm contribuído para o acréscimo da área plantada no Brasil, entre os quais as condições edafoclimáticas adequadas para a citricultura, instalação de indústrias para o processamento de frutos, objetivando a produção de suco concentrado congelado, preços remunerados obtidos pelos produtores e também o potencial de crescimento dos mercados interno e externo (NEVES; TROMBIN, 2017).

As laranjas brasileiras são de baixa acidez e se caracterizam por sua excelente qualidade para a fabricação de sucos. Segundo o Ministério da Agricultura (2018), sua produção em larga escala e o processo de baixo custo torna o Brasil o maior produtor de suco de laranja, responsável por 60% da produção no mundo. Segundo Gottems (2018), três em cada cinco copos de suco de laranja consumidos no mundo são produzidos no Brasil. Cerca de 80% da produção de laranja do Brasil vai para a indústria de bebidas para a produção de suco (FRANCO, 2016).

O suco de laranja pode ser extraído na forma natural, suco não concentrado (*Not From Concentrate* – NFC) denominado como integral, e suco concentrado congelado (*Frozen Concentrated Orange Juice* – FCOJ), e reconstituído. A classe natural compreende sucos derivados de frutas frescas produzidos na hora. O suco integral não possui adição de açúcares

encontrando-se na sua concentração natural, o suco concentrado pelo processo de desidratação. O suco reconstituído é obtido a partir do suco concentrado, adicionando-se água, tendo que exibir os mesmos parâmetros de qualidade do suco integral (GONÇALVES, 2009).

De maneira geral, o setor citrícola registrou bons preços em 2020, devido à queda na produção de laranja em 2020/21, a demanda por matérias-primas do setor manteve-se elevada ao longo do ano, mantendo o valor pelas frutas. Além disso, a precipitação abaixo da média continuou a limitar a oferta na segunda metade do ano. Embora positivo, os lucros dos citricultores, estes sofrerão com rendimentos mais baixos devido à baixa produtividade (CEPEA, 2020).

No Brasil, os citros são plantados de Norte a Sul, com dominância dos estados da região sudeste, objetivando não só o abastecimento interno de frutas frescas, mas especialmente a exportação de suco concentrado congelado. Os citros são plantas com preferências climáticas distintamente subtropicais, dos quais apresentam climas moderado, sem ocorrência de temperaturas extremas, com pluviosidade capaz de manter a umidade do solo em níveis aceitáveis durante a fase vegetativa, e a região sul detém todas essas características (NEVES et al., 2010).

A grande variação de climas e solos presentes no território brasileiro tornam-se obrigatório a distribuição de espécies de citros adaptados a cada localidade. O Nordeste apresenta vários ecossistemas, que apresentam oportunidades para a expansão da citricultura e provocando a evolução e a diversificação (ALMEIDA, 2011).

As plantas cítricas cultivadas no Brasil se distribuem em cinco grandes grupos: laranjas doces, tangerinas, limas, limões e pomelos. Por outro lado, algumas variedades importantes como produtoras de frutos ou como porta-enxerto, são divididas em três classes, conforme a época de maturação dos frutos: precoce, meia estação e tardias (BASTOS et al., 2014).

No entanto, o uso de uma pequena quantidade de variedades porta-enxerto pode prejudicar a força da citricultura nacional, que destaca o limoeiro Cravo (*Citrus xlimonia* Osbeck) como base de muitos pomares, principalmente no Norte e Nordeste do Brasil. Nos últimos anos, devido à

ocorrência de problemas fitossanitários relacionados ao solo, como nematoides, gomose de *Phytophthora* e doenças bacterianas em pomares de citros recém-plantados, tem aumentado o interesse pela produção de mudas de novas variedades resistentes/tolerantes a estas enfermidades (BASTOS et al., 2014).

O porta-enxerto confere à planta a capacidade de se adaptar aos estresses abióticos (salinidade, pH, déficit ou excesso de água no solo, tolerância ao frio), para o estabelecimento do pomar de qualidade com o aporte da planta (conjunto copa/porta-enxerto), resistência ou tolerância a distúrbios fitossanitários, influenciando no tamanho, rendimento, qualidade e maturação da frutos, O uso adequado e racional pode aumentar a produtividade e reduzir o risco dos pomares serem extintos por novas doenças e pragas (NASCIMENTO; MARTEL; JÚNIOR, 2018).

As mudas cítricas são o insumo de maior importância na formação de um pomar. A característica perene da citricultura exige que a seleção de variedades se faça no mínimo por seis a oito anos de observações, de modo a permitir que exibam seu potencial máximo de produtividade e qualidade dos frutos. Aspectos, como a longevidade do pomar, só se verificam-no decorrer de períodos longos após o plantio. Os atributos mais importantes das mudas cítricas são a origem do enxerto e do porta-enxerto, destacando-se a qualidade do sistema radicular (TOFANELLI; DOS SANTOS; KOGERATSKI, 2018).

No cultivo de citros, utiliza-se a tecnologia de enxertia, método de reprodução que utiliza dois componentes genéticos diferentes, enxerto e porta-enxerto. A escolha da combinação entre copa e porta-enxerto é feita pelo resultado dos atributos agrônômicos em relação às características edafoclimáticas do local que será introduzido (SILVIA, 2020). O porta-enxerto afeta várias características das plantas enxertadas, como tamanho da árvore e hábitos de crescimento, rendimento, tamanho e, qualidade do fruto, tempo de amadurecimento do fruto, tolerância a seca, precocidade de produção, tolerância a determinadas doenças como gomose de *Phytophthora*, morte súbita dos citros, tristeza dos citros etc (BESHIR et al., 2019).

O estudo das características morfológicas é muito importante para aumentar o número de opções de porta-enxertos com características e

potencial para uso em programas de melhoramento da cultura (FRANZON et al., 2010).

A adoção de novas técnicas, para produção de novas variedades com diferentes mecanismos de adaptação aos diferentes tipos de estresse, tem ganhado grande importância, visto que os citros raramente são utilizados como pé franco e o modo de propagação utilizado com maior frequência é a enxertia, ou seja, a combinação de dois materiais genéticos diferentes para formar uma planta adaptada às condições adversas (MACHADO, 2005).

## 1.1 MELHORAMENTO GENÉTICO

Os citros estão entre as fruteiras mais plantadas, consumidas e pesquisadas no mundo, visto sua importância econômica e social. Além de apresentarem grande diversidade de gêneros, espécies e cultivares, os plantios comerciais de citros restringem-se a um número limitado de cultivares, sendo necessária a ampliação dessa base genética em busca da sustentabilidade da cadeia produtiva. O melhoramento genético de citros é dirigido tanto a cultivares porta-enxertos, como cultivares-copa e suas interações (OLIVEIRA et al., 2014). Após mais de um século da criação do primeiro programa oficial de melhoramento genético de citros, coordenado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - *United States Department of Agriculture* (USDA), na Flórida, em 1893, muitos avanços foram obtidos, sobretudo nos Estados Unidos, Brasil, Espanha, França, Itália, China, Japão, Israel, Austrália, África do Sul, dentre outros países (OLIVEIRA et al., 2014).

No Brasil, a laranjeira doce [*C. xsinensis* (L.) Osbeck] 'Caipira' era utilizada como porta-enxerto no início do século XX. Devido à suscetibilidade à seca e à gomose-de-*Phytophthora* foi substituída pela laranjeira 'Azeda' (*C. aurantium* L.). Este porta-enxerto, por sua vez, devido à suscetibilidade ao vírus-da-tristeza-dos-citros (CTV, *Citrus tristeza virus*), levou ao declínio da citricultura brasileira na década de 1940. Em decorrência disso, a partir da década de 1960, o limoeiro 'Cravo' começou a ganhar a popularidade de cultivo, chegando a 99% dos porta-enxertos do parque citrícola brasileiro.

Apesar das boas características desse limoeiro, desde o início da década de 1970, com o aparecimento do ‘declínio-dos-citros’, decidiu-se pela utilização de outras variedades de porta-enxertos (SCHÄFER et al., 2001).

Atualmente o Brasil é uma potência agrícola, devido principalmente ao melhoramento genético. Além de uma ciência, o ato de combinar diferentes propriedades de plantas distintas em uma é considerado arte. E a Embrapa possui papel importante nesse cenário com seus programas de melhoramento genético, em diferentes culturas, totalizando cerca de 80 programas de melhoramento em andamento, incluindo soja, milho e algodão, além de frutíferas tropicais e temperadas, gramíneas e leguminosas forrageiras e sementes (CALDAS, 2018).

Com objetivo de gerar novas variedades de citros, mais adaptadas aos trópicos, o Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, unidade da Embrapa também conhecida pelo nome síntese Embrapa Mandioca e Fruticultura, iniciou em setembro de 1988 um programa de hibridações que consolidou, em nível nacional, o Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros, que tem como base o Banco Ativo de Germoplasma de Citros dessa unidade da Embrapa, que compreende cerca de 800 acessos, envolvendo espécies pertencentes a diversos gêneros, dentre os quais *Citrus* L., *Poncirus* Raf., *Fortunella* Swing., *Microcitrus* Swing. e *Eremocitrus* Swing. O PMG Citros teve como principal motivação a relativamente baixa longevidade e produtividade dos pomares de citros em nível nacional (SOARES FILHO et al., 2003). Ao longo de décadas, foram selecionados mais de 300 híbridos com finalidade de uso como porta-enxertos, apresentando como destaque a tolerância à seca, tolerância e/ou resistência à tristeza e à gomose-de-*Phytophthora*, em situação de campo, bom vigor de planta e produção de frutos e sementes significativa, sendo estas últimas poliembriônicas (SOARES FILHO et al., 2013).

A utilização em larga escala do limoeiro ‘Cravo’ como porta-enxerto torna a citricultura brasileira vulnerável a diversos estresses abióticos e bióticos, com riscos imprevisíveis (POMPEU JÚNIOR, 2005). Por causa dessa realidade, os programas de melhoramentos de citros visam à introdução e aquisição de novos porta-enxertos com características agronômicas

desejáveis como: compatibilidade com as cultivares copa, indução de alta produtividade e qualidade de frutos, resistentes a pragas e doenças, menor tamanho de planta, tolerância a fatores abióticos, como seca, salinidade e frio e tolerância/resistência a fatores bióticos, tais como tristeza, gomose-de-*Phytophthora*, declínio, morte-súbita-dos-citros e nematoides (MACHADO et al., 2005).

A fragilidade das plantas cítricas a doenças (causando por patógenos, como a tristeza, a gomose, o declínio entre outras), pode ser relacionada aos diferentes tipos de enxertos e porta-enxertos que se encontram hoje, na maioria dos casos, os pomares de frutas cítricas são instalados com uso de mudas enxertadas (CASTLE et al., 1993; SANTOS, 2015). Nesse sentido, a diversificação de material vegetal é de fundamental importância, como uma opção para os produtores, uma série de pesquisas relacionadas ao melhoramento vegetal está sendo desenvolvida, incluindo a obtenção de híbridos, com o objetivo de combinar as características requeridas, tais como: resistência/tolerância a pragas e doenças, frutos de qualidade e plantas de porte médio a pequeno, com boa produtividade, e estresse hídrico. Portanto, a seleção adequada de porta-enxertos é essencial para o sucesso das atividades cítricas.

O melhoramento genético de frutas cítricas tem como alvo tanto o porta-enxerto quanto a variedade copa e suas interações. Em relação aos porta-enxertos, tem se buscado características principalmente com: compatibilidade com as cultivares copa, indução de alta produtividade e qualidade de frutos, redução de porte, tolerância a fatores abióticos e bióticos. Considerando as variedades copa para a produção de frutas, o melhoramento cítrico busca um genótipo que produza frutas deliciosas, fáceis de descascar e com cor intensa da casca e suco, alto teor de sólidos solúveis, acidez equilibrada, com épocas de produção mais precoces e mais tardias e tolerantes (OLIVEIRA et al., 2014).

Os citros são plantas perenes com ciclo longo, ou seja, precisam de muitos anos para começar a produção, tornando o melhoramento genético dessas espécies, um processo longo e árduo. Além disso, a espécie possui uma barreira biológica difícil de atravessar, uma das quais é a ocorrência de apomixia, que é um modo de reprodução assexuada em que os embriões são

produzidos a partir de tecidos do óvulo não fertilizados e embriões nucleares originando material genético produzindo o mesmo da planta-mãe, e o outro barreira é plantas obtidas a partir da germinação das sementes têm um longo período juvenil, depende da variedade, condições ambientais e métodos de cultivos utilizados que podem variar de 2 a 13 anos (SANTIAGO, 2017).

O melhoramento genético tradicional tem algumas restrições, que inclui a obtenção de novos porta-enxertos e variedades de copas principalmente por possuir características biológicas das espécies como poliembrionia nucelar, alta heterozigose, incompatibilidade sexual, poliploidia, esterilidade gametofítica etc (CALIXTO, 2003; GROSSER; GMITTER, 1990).

## **1.2 PARENTAIS QUE DERAM ORIGEM À BRS BRAVO**

### **1.2.1 Tangerineira ‘Sunki’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] - parental feminino**

Originária da China, a tangerineira ‘Sunki’, também conhecida como ‘Suenkat’ e ‘Sunkat’ (HODGSON, 1967) é um dos principais porta-enxertos disponíveis na atualidade como possíveis substitutos ao limoeiro Cravo. Recomendado para combinar com laranjas, tangerinas (*C. reticulata* Blanco), pomelos (*C. xparadisi* Macfad.) (Pompeu Júnior, 1980) por conceder a variedade copa, grande vitalidade, excelente produção e qualidade de frutos (SALIBE, 1978; SALIBE e MISCHAN, 1978; POMPEU JÚNIOR, 1980; FIGUEREDO et al., 1981 e 1997). Além disso, é tolerante à tristeza, ao declínio-dos-cítrós e à salinidade (CASTLE et al., 1993). Contudo, apresenta sensibilidade à gomose-de-*Phytophthora* (AGUILAR VILDOSO; POMPEU JÚNIOR, 1997; CARVALHO et al., 1997).

### 1.2.2 Limoeiro ‘Cravo’

O limoeiro ‘Cravo’ é um híbrido natural de limoeiro verdadeiro [*C. xlimon* (L.) Burm. f.] e uma tangerineira (*C. reticulata* Blanco), originado na região de Canton, no Sul da China, onde é conhecido popularmente como limão Canton. Na classificação de Tanaka (1954), o limão Cravo é considerado uma espécie (*C. xlimonia*) nativa da Índia, onde é conhecido pelo nome de Jamir (HODGSON, 1967). O limoeiro ‘Cravo’ é um dos principais porta-enxertos da citricultura paulista, chegando a representar 85% desde 1960 (ALMEIDA; PASSOS, 2011). Destaca-se por sua resistência a seca e precocidade na produção de frutos, apresentando ainda, boa qualidade de frutos, entretanto é suscetível ao declínio dos citros, à exocorte, à gomose de *Phytophthora* (SCHÄFER; BASTIANEL; CUNHA, 2001; CUNHA SOBRINHO et al., 2013) e à morte-súbita-dos-citros (MSC) (MULLER et al., 2002; BALDASSARI et al., 2003), reduzindo a vida útil dos pomares com reflexos em toda a cadeia produtiva (POMPEU JÚNIOR; BLUMER, 1980). Sua tolerância à seca é importante porque boa parte da citricultura paulista está concentrada em regiões com déficit hídrico, altas temperaturas e com estiagens prolongadas de 60 a 120 dias durante a florada (CRISTOFANI et al., 2007).

### 1.2.3 Trifoliata (*Poncirus trifoliata*)

O trifoliata é originário da China e é bastante estudado com finalidades medicinais. Sua primeira referência como porta-enxerto se deu no livro Han Yen-chih’s Chü Lu, escrito em 1178 (HODGSON, 1967). As plantas de trifoliata têm porte baixo, com folhas trifolioladas e caducas, apresentando pecíolo alado. Considerado um dos porta-enxertos de maior utilização na citricultura mundial, em função de certas peculiaridades, como menor porte, induzidas por esta espécie às combinações copa/porta-enxerto (CASTLE et al., 1993). A maturação dos frutos é mais lenta em relação à comparada ao limão ‘Cravo’. Os trifoliatas são considerados redutores de tamanho de plantas (chegando a reduzir seu porte em até 50%), se expressando de forma diferente, a depender

das condições edafoclimáticas, da variedade copa, presença de doenças (viroides) e o uso da irrigação (POMPEU JÚNIOR, 2005; ESPINOZA-NÚÑEZ et al., 2011). Apresenta resistência à tristeza dos citros, à gomose-de-*Phytophthora*, às baixas temperaturas, além de induzir menor tamanho de plantas e ser sensível a seca (STUCHI; SILVA, 2005; STUCHI et al., 2012). Contudo, apresentam incompatibilidade com copas de laranja 'Pêra', limões verdadeiros e tangor 'Murcott' (POMPEU JÚNIOR, 1980).

### 1.3 TOLERÂNCIA À SECA

As mudanças climáticas em nosso planeta estão acontecendo e têm impactos significativos em nossos ecossistemas e em nossas instituições socioeconômicas. Observou-se (entre 1850 e 2010) que uma média global de 1,5 grau Celsius no Brasil causa um impacto ambiental significativo (ARTAXO, 2014). Junto com a superpopulação, isso leva à exploração dos recursos hídricos agrícolas, aumentando as restrições ao crescimento, sobrevivência e produção das plantas (CHAVES et al., 2003; PASSIOURA, 2007; CHAVES et al., 2009).

A escassez de água, é um fator limitante da produção agrícola, ocupa lugar de destaque por ser um fenômeno que ocorre com a expansão das terras agricultáveis, além de ter efeito direto nas relações água nas plantas, prejudicando o metabolismo (BOYER, 1982) e desenvolvendo um mecanismo que poderia reduzir o impacto da falta de água no solo (MOORE et al., 2008).

A resistência causa mudanças no comportamento e desenvolvimento da planta dependendo do genótipo usado (BRAKKE; ALLEN, 1995). Define-se seca como o ressecamento do solo devido à falta de água em certas regiões (MOORE et al., 2008).

A seca está relacionada principalmente à disponibilidade de água no solo para apoiar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Água insuficiente no solo próximo à cultura pode afetar a germinação, o crescimento e o desenvolvimento da planta e reduzir o rendimento final (PIRES, 2003).

A adaptação das plantas à seca é um fenômeno fisiológico complexo com mudanças significativas nos padrões de crescimento, mudanças essas no

fluxo de íons, fechamento estomático e produção de protetores osmóticos, dependendo de sua intensidade e duração (SOUZA et al., 2010).

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR-VILDOSO, C.I.; POMPEU JÚNIOR, J. Inoculação de phytophthora parasítica em caules de variedades cítricas, pelo método do palito. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. suplemento, (**Resumos do Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30, resumo 47**), p. 240, 1997

ALMEIDA, C.O.; PASSOS, O.S. Citricultura brasileira em busca de novos rumos, 2011.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas e o brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 8-12, 2014.

BALDASSARI, R.B.; de GOES, A.; TANNURI, F. Declínio dos citros: algo a ver com o sistema de produção de mudas cítricas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Comunicação científica, Jaboticabal, v. 25, n. 2, 2003.

BESHIR, W.; ALEMAYEHU, M.; DESSALEGN, Y. Effect of grafting time and technique on the success rate of grafted mango (*mangifera indica* L.) in kalu district of amhara region, north eastern ethiopia. **Cogent Food & Agriculture**, v. 5, p. 1-19, 2019.

BASTOS, D.C., FERREIRA, E.A., PASSOS, O.S., DE SÁ, J.F., ATAÍDE, E.M., & CALGARO, M. (2014). Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007492/1/Debora214.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2020.

BOYER, J.S. Plant productivity and environment. **Science**, v. 218, n. 4571, p. 443-448, 1982.

BRAKKE, M.; ALLEN, J.L.H. Gas exchange of citrus seedlings at different temperatures, vapor-pressure deficits, and soil water content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 120: p. 497-504, 1995.

CALIXTO, M.C. Hibridação somática entre *citrus sinensis* e *c. grandis*. Piracicaba. **Tese (Doutorado em agronomia)**, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 99. 2003.

CARVALHO, M.T. de; BORDIGNON, R.; BALLVÉ, R.M.L.; PINTO-MAGLIO, C.A.F.; MEDINA FILHO, H.P. Aspectos biológicos do reduzido número de sementes da tangerina ‘Sunki’. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 56, n. 1, p. 69-77, 1997.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. Rootstocks for Florida citrus; rootstock selection – the first step to success. 2.ed. **Gainesville, University of Florida**, p. 92, 1993.

CALDAS, J. Melhoramento genético pesquisa, desenvolvimento e inovação. Simpósio debate novos rumos do melhoramento genético de plantas. **Universidade de Brasília - DF**, p. 00-00, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/40090474/simposio-debate-novos-rumos-do-melhoramento-genetico-de-plantas#:~:text=Atualmente%2C%20a%20Embrapa%20possui%20em,e%20leguminosas%20forrageiras%20e%20oleaginosas>. Acesso em: 26 de julho de 2021.

CEPEA - CITROS/PERSPEC 2020: BAIXA PRODUÇÃO EM 2020/21 PODE MANTER PREÇOS FIRMES. **CEPEA [S. l.]**, p. 1-1, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/citros-perspec-2020-baixa->

producao-em-2020-21-pode-manter-precos-firmes.aspx. Acesso em: 20 de agosto de 2021.

CHAVES, M.M.; MAROCO, J., PEREIRA, J.S. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**. v. 30, p. 239-264. 2003.

CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**. v. 103, p. 551-560, 2009.

CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; FALDONI, L.; BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; CAMPOS, T.M. de P.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; MACHADO, M.A. dos. Seleção de citrandarins (tangerina sunki vs. *poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. **Laranja**, v. 28, p. 71-79, 2007.

CRISTOFANI, M.; NOVELLI. V.M.; PERINI, M.S.; DE OLIVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, R.P.; BASTIANELI, M.; MACHADO, M.A. Programa de Melhoramento de Citros por hibridação controlada no centro apta citros "Sylvio Moreira"/IAC em 1997-2005. **Laranja**, v. 26, n. 1, p. 121, 2005.

CUNHA SOBRINHO, A.P. da; PASSOS, O.S.; SOARES FILHO, W. dos S.; MAGALHÃES, A.F. de J.; SOUZA, A. da S. IN: Cultivares porta-enxerto. **Cultura dos citros. Brasília: Embrapa**, v. 1, p. 233-292, 2013.

ESPINOZA, E.N.; FILHO, F. A. A.M.; STUCHI, E.S.; CANTUARIAS-AVILÉS, T.; DIAS, C.T. DOS S. Performance 'Tahiti' lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, n. 129, p. 227–231, 2011

FERNANDES, D.S.; HEINEMANN, A.B.; da Paz, R.L.; AMORIM, A.D.O.; Cardoso, A.S. Índices para a quantificação da seca. **Embrapa Arroz e Feijão- Documentos (INFOTECA-E)**, 2009.

FIGUEIREDO, J.O. de; POMPEU JUNIOR, J.; PIO, R.M.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; DOMINGUES, E.T.; LARANJEIRA, F.F. Produção inicial do tangor 'murcote', sobre dezesseis porta-enxertos em São Paulo. **Laranja, Cordeirópolis, SP**, v. 18, n. 1, p. 165-173, 1997.

FIGUEIREDO, J.O. de; POMPEU JUNIOR, J.; RODRIGUEZ, O.; CAETANO, A.A.; ROCHA, T.R.; IGUE, T. Competição de dez porta-enxertos para laranjeira – barão *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 6., 1981, Recife, PE. Anais... Recife, PE: SBF, v. 2, p. 501-516, 1981.

FRANCO, A.S.M. **Análise Conjuntural**: O suco de laranja brasileiro no mercado global. v. 38. n. 11-12, 2016.

FRANZON, R.C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J.C.S. Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. **Brasília: EMBRAPA Cerrados**, 2010.

GONÇALVES, A.C. Como definir o suco de laranja. **Revista Agroanalysis**, [S.l.], 2009. Disponível em: <[http://www.agroanalysis.com.br/9/2009/conteudo especial/especial-citricultura-em-busca-de-uma-agenda-positiva](http://www.agroanalysis.com.br/9/2009/conteudo_especial/especial-citricultura-em-busca-de-uma-agenda-positiva)>. Acesso em: 25 de julho de 2021.

GOTTEMS, L. Com mais da metade da produção mundial de suco de laranja, frutas cítricas no Brasil potencializam o PIB nacional. Disponível em: [link.com.br/noticias/com-mais-da-metade-da-producao-mundial-de-suco-de-laranja--frutas-citricas-no-brasil-potencializam-o-pib-nacional\\_356376.html](http://link.com.br/noticias/com-mais-da-metade-da-producao-mundial-de-suco-de-laranja--frutas-citricas-no-brasil-potencializam-o-pib-nacional_356376.html)>. **GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**. Acesso em: 25 de julho de 2021.

GROSSER, J.W.; GMITTER, F.G. J. Protoplast fusion and citrus improvement. **Plant Breeding Reviews**, v. 8, p. 339-374, 1990.

NASCIMENTO, C.A.F.; MARTEL, J.H.I.; JÚNIOR, C.G.P. Comportamento de porta-enxertos cítricos submetidos em composições de diferentes substratos. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 8, n. 2, p. 47-56, 2018.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; PEREIRA, F.C.; KALAKI, R.B. O retrato da citricultura brasileira. **1. ed. Ribeirão Preto**: 2010. v. 1. p. 137. Disponível em: <[http://www.citrusbr.com/download/Retrato\\_Citricultura\\_Brasileira\\_MarcosFava.pdf](http://www.citrusbr.com/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_MarcosFava.pdf)>. Acesso em 10 de Junho de 2020.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G. Anuário da citricultura, 2017. **1. Ed. São Paulo-SP: 2017.** 60 p. Disponível em: <[http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR\\_Anuario\\_2017\\_alta.pdf](http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR_Anuario_2017_alta.pdf)>

MACHADO, M.A.; CRISTOFANI, M.; AMARAL, A.M.; OLIVEIRA, A.C.; MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. Genética, Melhoramento E Biotecnologia de Citros. IN: CITROS. **Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag**, p. 222-277, 2005.

OLIVEIRA, R.P.; SOARES FILHO, W.S.; MACHADO, M.A.; FERREIRA, E.A.; SCIVITTARO, W.B.; GESTEIRA, A.S. Melhoramento genético de plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 22-29, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1001070/melhoramento-genetico-de-plantas-citricas>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

PASSIOURA, J. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 113-117, 2007.

PIRES, V. Frequência e intensidade de fenômenos meteorológicos extremos associados à precipitação. **Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra)** – Universidade de Lisboa, Portugal, p. 98, 2003.

POMPEU JÚNIOR, J.; MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M. Porta-enxertos. In: CITROS. **Campinas: Instituto Agronômico e Fundag**, p. 63-94, 2005.

POMPEU JÚNIOR, J.; RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.; AMARO, A.A. Porta-enxertos. In: Citricultura brasileira. Campinas: **Fundação Cargill**, v. 1, p. 265-280, 1991.

POMPEU JÚNIOR, J.; RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.C.P. Porta-enxertos para citros. In: Citricultura brasileira. Campinas: **Fundação Cargill**, v. 1, cap. 11, p. 279-296, 1980.

POMPEU JÚNIOR, J.; MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; Pio, R.M. Porta-enxertos. CITROS. Campinas: **Instituto Agronômico e Fundag**, p. 61-104, 2005.

SALIBE, A.A.; MISCHAN, M.M. Efeito do porta-enxerto e da localidade nas características de cinco variedades de laranja doce, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 4., Salvador, BA. Anais... Salvador, BA: SBF, p. 93-104, 1978.

SANTIAGO, R.T. **Cultivo IN VITRO**: Em auxílio à obtenção de tangerineiras triplóides e propagação de porta-enxertos de citros, 2017.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.D.; CUNHA, A.L. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural [online]**. 2001, v. 31, n. 4, p. 723-733. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400028>>. Epub 20 Jan 2004. ISSN 1678-4596. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400028>. Acesso em: 14 de junho de 2021.

TOFANELLI, M.B.D.; DOS SANTOS, R.T.; KOGERATSKI, J.F. Complexo hidrossolúvel na formação de mudas do porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 4, p. 564-570, 2018.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. **Citrus: World Markets and Trade**, 2018. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/citrus-world-markets-and-trade>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

VIDAL, M.F. **Citricultura na área de atuação do BNB**. 2018. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482dspace/bitstream/123456789/356/3/2018\\_CDS\\_41.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482dspace/bitstream/123456789/356/3/2018_CDS_41.pdf). Acesso em: 25 de julho de 2021.

PASSIOURA, J. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. **Journal of Experimental Botany**. v. 58, p. 113-117. 2007.

SOARES FILHO, W.D.S.; VILARINHOS, A.D.; ALVES, A.A.D.C.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; OLIVEIRA, A.A.R.; SOUZA, A.D.S.; MEISSNER FILHO, P.E. Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura: obtenção de híbridos. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

SOARES FILHO, W.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P.; PASSOS, O.S.; SOUZA, A.S.; MAGALHÃES, A.F.J. Melhoramento genético. In: CULTURA DOS CITROS. **Brasília: Embrapa**, v. 1, cap. 4, p. 61-102, 2013.

SOUZA, D.T.; NEVES, D.M.; COELHO FILHO, M.A.; COSTA, M.G. C.; SOARES FILHO, W.S.; GESTEIRA, A.S. Avaliação da tolerância à seca em citros: análise de expressão gênica induzida por ácido abscísico. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, Cruz das Almas, 2010.

## **CAPÍTULO 1**

## **CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE HÍBRIDOS MEIO-IRMÃOS TENDO A CULTIVAR BRS BRAVO COMO PARENTAL FEMININO, NA GRANDE UNIDADE DE PAISAGEM TABULEIROS COSTEIROS**

**RESUMO:** Foi realizada a caracterização fenotípica de *seedlings* híbridos (pés-francos ou plantas oriundas da germinação de sementes) resultantes de polinização aberta, tendo como parental feminino a cultivar porta-enxerto BRS Bravo, esta obtida de cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki’ (parental feminino) com um híbrido entre limoeiro ‘Cravo’ e *Poncirus trifoliata*. Os caracteres avaliados compreenderam: (1) altura da planta; (2) diâmetro do caule, medido a 10 centímetros do colo da planta; (3) vigor visual da planta, obtido mediante critério de notas; (4) formato do limbo foliar (monofoliolado, bifoliolado ou trifoliolado); (5) cor do limbo foliar; (6) textura do limbo foliar (membranosa ou coriácea); (7) presença de frutos; (8) presença de flores; (9) arquitetura da planta (globular, semiglobular e ereta). Verificou-se uma ampla variabilidade entre indivíduos, sendo constituídos 10 grupos fenotípicos compreendendo os distintos híbridos, considerando os ambientes com rafia e sem rafia a partir de análise multivariada. Foram identificados 145 híbridos com potencial de uso como porta-enxertos.

**Palavras-chave:** Descritores morfológicos, melhoramento genético, porta-enxerto, *Citrus* spp., *Poncirus trifoliata*.

## PHENOTYPICAL CHARACTERIZATION OF HALF-SIBS HYBRIDS, HAVING THE BRS BRAVO CULTIVAR AS FEMALE PARENTAL IN THE COASTAL TABLELANDS

**ABSTRACT:** The phenotypic characterization of hybrid seedlings (plants from seed germination) resulting from open pollination was carried out, having as female parent the rootstock cultivar BRS Bravo, this one obtained from a cross between 'Sunki' mandarin (female parent) with a hybrid between 'Rangpur' lime and *Poncirus trifoliata*. The characters evaluated included: (1) plant height; (2) stem diameter, measured 10 centimeters from the plant's neck; (3) visual vigor of the plant, obtained through the criterion of grades; (4) leaf blade shape (monofoliolate, bifoliolate or trifoliolate); (5) leaf blade color; (6) leaf blade texture (membranous or leathery); (7) presence of fruits; (8) presence of flowers; (9) plant architecture (globular, semiglobular and erect). There was a wide variability among individuals, with 21 phenotypic groups being constituted based on multivariate analysis. 145 hybrids with potential use as rootstocks were identified.

**Keywords:** Citrus fruits, morphological descriptors, plant genetics, genotype.

## 1. INTRODUÇÃO

A caracterização é uma prática essencial ao bom uso do germoplasma presente em coleções de variedades, assim como em populações de plantas híbridas ou em populações obtidas por outros meios de exploração da variabilidade genética, como aquelas resultantes da ação de agentes mutagênicos. Sua finalidade é a de descrever, identificar, diferenciar genótipos ou indivíduos (SILVA et al., 2019).

Dentre os vários tipos de caracterização, a morfológica está entre os principais, por seu valor inquestionável na identificação de genótipos de interesse comercial, bem como para uso em programas de melhoramento genético, como, por exemplo, fontes de resistência a pragas e de adaptação a fatores abióticos, como os relacionados a estresses hídricos e salinos. Baseia-se em observações ou mensurações envolvendo tanto variáveis qualitativas (pouco afetadas pelo ambiente) como quantitativas (que sofrem grande influência ambiental), estas últimas governadas por grande número de genes, ao contrário das qualitativas. Descritores morfológicos, previamente estabelecidos, são normalmente aplicados a essa finalidade (BURLE; DE OLIVEIRA, 2010).

A caracterização morfológica, fenotípica, deve permitir a discriminação entre indivíduos componentes de coleções ou de populações de plantas. A caracterização desses materiais pode eliminar a duplicação, economizar tempo, dinheiro e espaço e representar maior diversidade genética em um mesmo banco de dados (SOUZA, 2010).

Na caracterização de cultivares, é comum o uso de uma série de descritores relativos a caracteres agronômicos e morfológicos que distinguem cultivares semelhantes. Para os citros tem-se o manual de descritores - *Descriptors for Citrus*, elaborado pelo IBPGR - *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR, 1999). Nesse manual, uma lista internacional de descritores é usada para interpretar as propriedades físicas de plantas e sensoriais de frutas, o foco principal é identificar e classificar novos materiais para a indústria e para consumo in natura (SANTOS et al., 2015).

De acordo com a descrição da planta, os traços morfológicos são altamente hereditários e, portanto, são expressos em qualquer ambiente em que a planta seja inserida. Essa é uma maneira importante de usar os acessos conservados no Banco Ativo de Germoplasma. É importante expressar o conhecimento sobre o uso de variedades enfatizando a relevância das informações que auxiliam a descrever, identificar e distinguir os recursos genéticos mantidos dentro das espécies ou classes (CRISTOFANI-YALY et al., 2020).

As frutas cítricas estão entre as árvores frutíferas mais cultivadas, consumidas e procuradas no mundo, devido à sua importância econômica e social. Embora apresentem grande abundância de gêneros, espécies, variedades e clones, os pomares comerciais de citros são limitados a um número relativamente pequeno de cultivares e essa sucessão visa perpetuar a cadeia produtiva de exportação (OLIVEIRA et al., 2017). As frutas cítricas possuem características únicas da biologia reprodutiva, como excelente compatibilidade sexual interespecie, fertilidade, apomixia, poliembrionia e longo prazo juvenil, dificultam a caracterização dos recursos genéticos e programas de melhoramento das espécies (OLIVEIRA et al., 2014).

O melhoramento genético de citros tem como alvo o porta-enxerto e as cultivares copa e suas interações. Para porta-enxertos, busca-se características como compatibilidade entre copa e porta-enxerto, alta indução de produtividade, redução de tamanho, tolerância a fatores abióticos e resistência a fatores biológicos e aumento da qualidade dos frutos (BASTOS et al., 2014).

A seleção de novas variedades é a base para a manutenção da atividade citrícola, que possui as características de mão-de-obra intensiva e de maior valor agregado por unidade de área cultivada e é uma atividade importante para produtores de pequena e média produção. A citricultura garante que produtores tenham capacidade e experiência suficientes neste para se fixarem no campo, mas é fundamental aumentar o número de variedades, pois compete com muitas outras frutas do mercado (DEZOTTI, et al., 2017).

## 1.2 TOLERÂNCIA À SECA

A ocorrência de escassez de água para as lavouras afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas em todo o mundo. O déficit hídrico é uma condição comum na produção de muitas lavouras e pode ter um impacto negativo significativo no crescimento e desenvolvimento das plantas, portanto, há uma divergência entre a conservação de água pelas plantas, a taxa de assimilação para gerar carboidratos. A necessidade de solucionar esse conflito levou ao desenvolvimento de mecanismos morfológicos e fisiológicos que fazem com que as plantas armazenem água para uso posterior, resultando no esforço das plantas de produzir sementes (OLIVEIRA, 2017).

O cultivo de frutas cítricas é amplamente desenvolvido em todos os estados brasileiros, onde o Nordeste se destaca como o segundo produtor, principalmente através do cultivo de sequeiro (SAMPAIO et al., 2016). Na região Nordeste, Bahia e Sergipe se destacam dos demais na citricultura. Nesse quesito, a Bahia é considerada o quarto maior produtor nacional e o principal produtor das regiões Norte e Nordeste. A cidade de Rio Real é o maior produtor do estado, com aproximadamente 35,4% das áreas cultivadas e colhidas (IBGE, 2020).

No entanto, a região Nordeste é caracterizada por um clima semiárido, os problemas de necessidade hídrica são agravados pela escassez de água resultante do balanço entre evapotranspiração e precipitação é negativo, sendo essencial a irrigação (MACHADO et al., 2009).

As adaptações dos citros aos diferentes climas conferem comportamentos e características biológicas de floração distintas. Nesse sentido, a região Nordeste, onde a temperatura média é elevada, dificulta o crescimento e a reprodução das plantas, criando condições favoráveis para o encurtamento do ciclo fenológico. Essas mudanças são importantes para definir as épocas de semeadura e colheita levando para que se atinjam rendimentos máximos (KOLLER, 2006).

A diminuição da umidade do solo influencia fortemente em alguns processos fisiológicos, enquanto outros são relativamente imperceptíveis. O impacto do estresse hídrico na produção agrícola está relacionado à duração

da escassez hídrica durante o desenvolvimento da cultura. Além disso, o déficit hídrico estimulará a extensão do sistema radicular até áreas mais profundas e úmidas do perfil do solo. Quando a umidade é escassa na superfície do solo, aumenta a expansão das raízes. Durante o crescimento da planta, a densidade e o comprimento da raiz aumentam até que a planta atinja floração, e então diminuem, reduzindo a eficiência de absorção de água (SILVA et al., 2018).

Como a seca é um estresse abiótico muito importante em algumas partes do Brasil e ao redor do mundo, muitas pesquisas são feitas para investigar o comportamento das plantas sob circunstância de restrição hídrica do solo, replicando, até certo ponto, situações de escassez hídrica em campo (TERLETSKAYA et al., 2017).

Os solos dos tabuleiros costeiros incluem os Latossolos amarelos, que são frequentemente deficientes em nutrientes e matéria orgânica e são frequentemente caracterizados pela presença de camadas densas (camadas coesas) com situando-se em profundidades de 20 a 60 cm (RIBEIRO, 2018).

A resistência mecânica (estresse físico) está associada à alta densidade do solo e baixo teor de água no solo. Esses atributos afetam o crescimento das raízes ao longo da superfície do solo e a disponibilidade de água, oxigênio e nutrientes (BURRIDGE; RANGARAJAN; LYNCH, 2020).

Segundo Mendonça et. al. (2010) e Brito et al. (2012) as respostas morfológicas e fisiológicas variam entre as espécies e dentro da mesma espécie em diferentes estágios de desenvolvimento da planta, estudos envolvendo fotossíntese, demonstram as diferentes respostas dos citros aos efeitos do estresse abiótico, explicando mecanismos envolvidos na resposta de plantas a eventos de estresse hídrico em nível de campo.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do estresse hídrico em condições naturais sobre as variáveis morfológicas e fisiológicas de indivíduos de população de meio-irmãos da variedade porta-enxerto BRS Bravo.

O objetivo deste estudo foi caracterizar fenotipicamente indivíduos de população híbrida compreendendo meio-irmãos da variedade porta-enxerto BRS Bravo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização e delineamento experimental da área

O trabalho foi realizado no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia (12° 39' 25" S, 39° 07' 27" W, 222 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Am, quente e úmido, com temperatura média anual de 24,5°C e umidade relativa de 80%. A altitude é de 220 m, a umidade média relativa do ar é de 82% e a precipitação média anual de 1.170 mm, sendo os meses mais chuvosos, de março a agosto, e os mais secos, de setembro a fevereiro e o solo, classificado como Latossolo Amarelo. As temperaturas e precipitações da área experimental foram tomadas desde a implantação das quadras (2016 a 2020) (Gráfico 1). O ambiente pertence à grande unidade de paisagem Tabuleiros Costeiros, caracterizado por solos com alta acidez e horizontes coesos, geralmente localizados a pequena profundidade, extremamente duros quando secos, dificultando a penetração das raízes dos citros, além de causar interferências na dinâmica da água no perfil do solo.

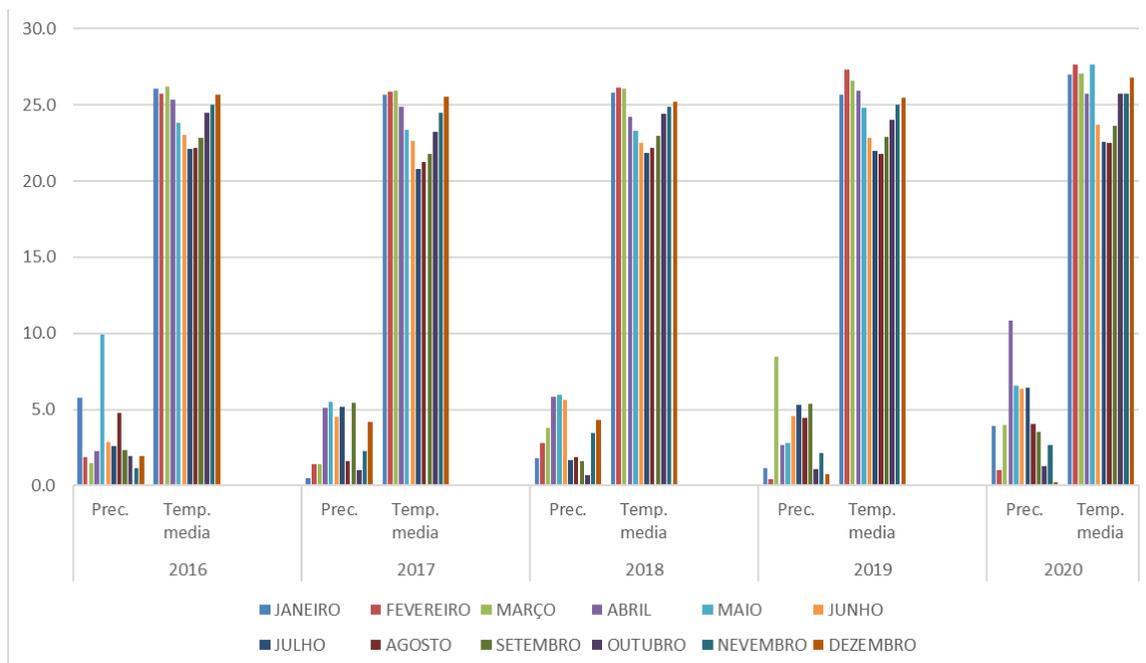
Foi avaliada uma população de 1.329 indivíduos meio-irmãos, obtidos por polinização aberta do híbrido TSKC x (LCR x TR) – 059 (Fotografia 1), o período de avaliação foi de 08 de fevereiro de 2019 à 08 de março de 2021. Este porta-enxerto foi obtido pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. Trata-se de cruzamento envolvendo a tangerineira 'Sunki' comum [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] - TSKC como parental feminino, tendo como parental masculino um híbrido de limoeiro 'Cravo' (*C. xlimonia* Osbeck) - LCR, cruzado com trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] - TR. A variedade porta-enxerto BRS Bravo [TSKC x (LCR x TR) - 059] em combinação com a laranjeira 'Valência' [*C. xsinensis* (L.) Osbeck] permitiu alta produtividade, alta qualidade de fruto e alta tolerância à seca (COSTA, 2019), entre outros atributos que o qualificaram a inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.

As seguintes variáveis foram consideradas na caracterização dos híbridos: (1) altura da planta (AP); (2) diâmetro do caule (DC), medido a 10 centímetros do colo da planta; (3) vigor visual da planta (VV), obtido mediante critério de notas, onde nota de 1 = vigor ruim, independentemente da altura da planta, 2 = vigor regular, 3 = vigor bom; (4) formato do limbo foliar (FLF), onde M = folhas monofolioladas, PM = predominância de folhas monofolioladas (>50%), B = folhas bifolioladas, PB = predominância de folhas bifolioladas (>50%), T = folhas trifolioladas, PT = predominância de folhas trifolioladas (>50%); (5) cor do limbo foliar (CLF), onde V = verde, VE = verde escuro, VC = verde claro; (6) textura do limbo foliar, onde M = folha membranosa e C = folha coriácea; (7) presença de frutos (PFr); (8) presença de flores (PFL), (9) arquitetura da planta (AT), onde AE = arquitetura ereta, ASG = arquitetura semi-globular e AG = arquitetura globular. (10) – tolerância à seca (TS) 5(N) = sem enrolamento foliar; 4 (S-) = folhas levemente enroladas, em um quadrante da planta; 3 (S) = folhas levemente enroladas, em dois quadrantes da planta; 2 (S+) = folhas da planta muito enroladas, em 3 quadrantes e com pouca queda de folhas; 1 (S++) = todas as folhas da planta muito enroladas, em todos os quadrantes, com aspecto de secas e com muita queda de folhas.



Fonte: Andrade Alves

**FOTOGRAFIA 1:** População de híbridos meio-irmãos tendo como parental feminino a cultivar BRS Bravo – campo experimental - Quadra 3, ano 2020, grupo sem ráfia.



**Gráfico 1:** Temperatura média e precipitação dos anos de 2016 a 2020, da implantação do experimento até avaliações de campo para seleção dos híbridos.

## 2.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram calculadas as estatísticas descritivas: média, intervalo de variação (IV), correspondente ao intervalo entre os valores mínimos e máximos observados, coeficiente de variação (CV), dado por  $CV = (\text{desvio-padrão}/\text{média}) \times 100$ , e coeficiente de assimetria de Pearson (AS), dado por  $As = [3 \times (\text{média mediana})]/\text{desvio-padrão}$ , além da análise de variância, quando significativas, agrupada pelo teste de Scott-Knott (1974), ( $P < CV \leq x + s$ ), alto ( $x + s < CV \leq x + 2s$ ), muito alto ( $CV > x + 2s$ ).

Para a análise de agrupamento utilizou-se a distância de Gower como medida de dissimilaridade a partir de variáveis quantitativas e qualitativas. Os agrupamentos hierárquicos foram obtidos pelo método UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (Sneath; Sokal, 1973). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenética de acordo com Sokal e Rohlf (1962). A significância dos coeficientes de correlação cofenética foi calculada pelo teste de Mantel com 10.000 permutações (Mantel,

1967). O critério para definição do número de grupos foi feito pelo método do pseudo-t2 (Mingotti, 2005) utilizando o pacote NbClust pertencente ao programa computacional R (Charrad et al., 2013). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R Core Team, 2021).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população foi dividida em dois grupos, o primeiro com 716 indivíduos com ráfia na linha de plantio e outros grupos sem ráfia com 444 híbridos, onde foram realizadas as análises morfológicas.

**TABELA 1.** Distribuição de notas atribuídas na avaliação de campo, população com ráfia.

Vigor	F. L. Foliar	C. L. Foliar	T. L. Foliar	F. Copa	E. Foliar	Brotação
55,2% - 2*	67,3% - 1*	52,9% - 1*	84,7% - 1*	48,6% - 1*	80,1% - 1*	68,4% - 1*
30,3% - 3*	11,9% - 5*	38,5% - 2*	15,3% - 2*	47,6% - 2*	10,3% - 2*	17,7% - 4*
14,5% - 1*	1,2% - 3*	8,5% - 3*		3,7% - 3*	8,3% - 4*	9,8% - 3*
					0,9% - 5*	4,6% - 2*
					0,4% - 1*	

F.L. Foliar – (Formato do Limbo Foliar); C.L. Foliar – (Cor do Limbo Foliar); T.L. Foliar – (Textura do Limbo Foliar); C. Copa – (Formato da Copa) e E. Foliar – (Enrolamento Foliar).

\*Notas atribuídas aos caráteres, na avaliação de campo.

As plantas da população com ráfia quanto a forma do limbo foliar 67,3% apresentam nota 1 (folhas trifolioladas), 18,5% nota 2 (predominância de folhas trifolioladas >50%), 11,9% nota 5 (folhas monofolioladas), 1,2% nota 3 (folhas bifoliada) e 0,9% nota 6 (predominância de folhas monofolioladas) (Tabela 1), no grupos de plantas sem a ráfia as notas para formato do limbo foliar foram 49,8% com nota 1(folhas trifolioladas), 25,7% com nota 2 (predominância de folhas trifolioladas >50%), 21,4% com nota 5 (folhas monofolioladas), 1,8% com nota 6 (predominância de folhas monofolioladas) e 1,6% com nota 3

(folhas bifoliada) (Tabela 2), podemos observa que as populações possui predominância de indivíduos com folhas trifolioladas, tanto pela presença de plantas com folhas totalmente trifolioladas e com predominância desse tipo de folha na plantas; quanto a cor do limbo foliar na população com ráfia 52,9% apresentam nota 1 (verde claro), 38,5% nota 2 (verde) e 8,5% nota 3 (verde escuro) (Tabela 1), para o grupo sem ráfia 51,6% apresentaram nota 1 (verde claro), 36,2% nota 2 (verde) e 12,1% nota 3 (verde escuro) (Tabela 2), as populações apresentaram comportamento parecidos nas destruição de nota de cor do limbo foliar, apresentando maioria de indivíduos com cor do limbo foliar verde claro nos dois grupos.

A textura do limbo foliar as plantas com ráfia 84,7% tiveram nota 1 (textura membranosa) e 15,3% nota 2 (textura coriácea) (Tabela 1), a população sem ráfia 86,5% apresentam nota 1 (textura membranosa), 13,5% nota 2 (textura coriácea) (Tabela 2), a distribuição de notas na duas populações foram parecidas constatando a maioria de plantas com textura do limbo foliar membranosa, para o caractere formato da copa os híbrido com ráfia 48,6% ficaram com nota 1 (ereta), 47,6% com nota 2 (semi-globular) e 3,7% com nota 3 (globular) (Tabela 1), a população sem a ráfia 60,8% obtiveram nota 1 (ereta), 33,8% nota 2 (semi-globular) e 5,4% nota 3 (globular) (Tabela 2), a população com ráfia praticamente está dividida em indivíduos com formato de copa ereta e semi-globular, no grupo sem ráfia se tem a predominância de indivíduos com formato de copa ereta. A tolerância a seca os caracteres avaliados: enrolamento foliar e emissão de brotações foram caracteres avaliados para caracterização das plantas e saber como as plantas se comportam em um ambiente de estresse.

**TABELA 2.** Distribuição de notas atribuídas na avaliação de campo, população sem ráfia.

Vigor	F. L. Foliar	C. L. Foliar	T. L. Foliar	F. Copa	E. Foliar	Brotação
66,9% - 1*	49,8% - 1*	51,6% - 1*	86,5% - 1*	60,8% - 1*	61,6% - 3*	51,2% - 4*
21,1% - 3*	25,7% - 2*	36,2% - 2*	13,5% - 2*	33,8% - 2*	20,9% - 2*	22,7% - 1*
12% - 1*	21,4% - 5*	12,1% - 3*		5,4% - 3*	15,4% - 4*	18,6% - 3*
	1,8% - 6*				1,5% - 5*	7,5% - 2*
	1,6% - 3*				0,4% - 1*	

F.L. Foliar – (Formato do Limbo Foliar); C.L. Foliar – (Cor do Limbo Foliar); T.L. Foliar – (Textura do Limbo Foliar); C. Copa – (Formato da Copa) e E. Foliar – (Enrolamento Foliar).

\*Notas atribuídas aos caráteres, na avaliação de campo.

A população com ráfia apresentou 80,1% de indivíduos com nota 3 (folhas levemente enroladas em todos os ramos da planta), 10,4% com nota 2 (todas as folhas da planta muito enroladas e com pouca queda de folhas), 8,3 com nota 4 (folhas levemente enroladas em poucos ramos da plantas), 0,9% com nota 5 (sem enrolamento foliar) e 0,4% nota 1 (todas as folhas da planta muito enroladas, e com aspecto de seca e com muita queda de folhas) (Tabela 1), a população sem a ráfia 61,6% com nota 3 (folhas levemente enroladas em todos os ramos da planta), 20,9% com nota 2 (todas as folhas da planta muito enroladas e com pouca queda de folhas), 15,4% com nota 4 (folhas levemente enroladas em poucos ramos da plantas), 1,6% com nota 5 (sem enrolamento foliar) e 0,4 com nota 1 (todas as folhas da planta muito enroladas, e com aspecto de seca e com muita queda de folhas) (Tabela 1), a população com ráfia apresentou maior quantidade de indivíduos com nota 3 em relação a população sem ráfia, caracterizando leve enrolamento das folhas em toda a planta. O enrolamento das folhas dessas plantas pode ser um sinal de mecanismo de defesa em que as folhas fecham seus estômatos para evitar a perda de água durante o estresse hídrico. Outros mecanismos de defesa, alteram a estrutura da planta, reduzindo a taxa de crescimento, antecipação da queda de folhas e aumentando a densidade do comprimento da raiz

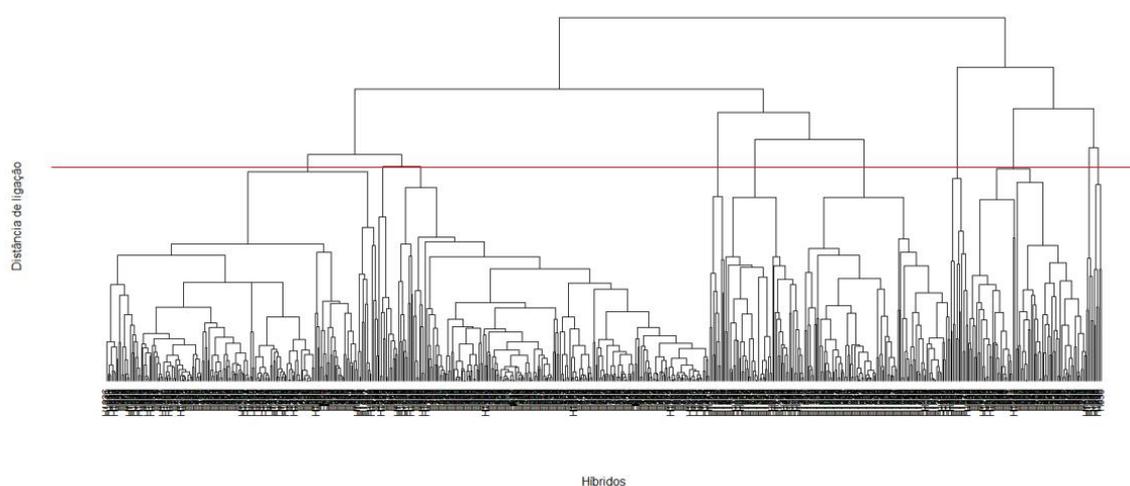
(TARDIEU, 2012). Isso não foi observado neste trabalho, cada planta na população avaliada é única e, se fossem avaliadas quanto à densidade do comprimento da raiz, elas seriam perdidas. As plantas também podem desenvolver mecanismos morfológicos e fisiológicos quando está em um estado de déficit por meio de mutação que lhes permite sobreviver, como enrolamento das folhas, redução de tamanho e acúmulo de mucilagem (BOSABALIDIS; KOFIDIS, 2002).

Para o caráter emissão de brotações a população com rafia apresentou 68,4% de híbridos com nota 1 (sem brotações), 17,2% com nota 4 (com brotações em todos os quadrante da planta), 9,8% com nota 3 (com brotações em dois ou três quadrante da planta) e 4,6% com nota 2 (com brotações em apenas um quadrante da planta) (Tabela 1), a população sem rafia demonstrou que 51,2% apresentaram nota 4 (com brotações em todos os quadrante da planta), 22,7% nota 1 (sem brotações), 18,6% nota 3 (com brotações em dois ou três quadrante da planta) e 7,5% nota 2 (com brotações em apenas um quadrante da planta) (Tabela 2).

A emissão de brotações está relacionada com as velocidades de uso da água pela planta, após o período de precipitação, mostrando a velocidade de recuperação da planta ao estresse hídrico. A população com rafia demonstrou maior quantidades de plantas com notas menores de emissão de brotação em relação a população sem rafia que apresentou maior quantidades de híbridos com nota alta de emissão de brotação, essa comparação nos permite observar que a presença da rafia que é um materia agrícola utilizado para o impedimento e desenvolvimento de plantas daninhas, e ao mesmo tempo para conserva a umidades do solo ao criar microclimas, ela também impede a infiltração em casos de pouca precipitação, pode ter influenciado no desenvolvimento população com rafia.

Devido à alta heterozigosidade dos citros, como previsto, os híbridos dentro das progênies que constituíram a população base do estudo mostraram grande diversidade em relação às variáveis analisadas. A correlação cofenética é uma medida de validação empregue, especialmente, nos métodos de agrupamentos hierárquicos. Seu principal conceito é efetuar uma comparação entre as distancias observadas entre os objetos e distância prevista a parti do

processo de agrupamento (BARROSO; ARTES, 2003). As análises das variáveis morfológicas realizadas com a distância euclidiana apresentaram o coeficiente de correlação cofenética entre as matrizes de agrupamento, com valor de correlação de 0,76 para o grupo de planta sem ráfia e 0,78 para o grupo de planta com ráfia. Segundo propõem BUSSAB et al. (1990), em análises de agrupamento são admissíveis coeficiente de correlação cofenética próximo de 0,80. A partir dos dendrogramas gerados pelo Software R (Figura 1 e Figura 2) houve a formação de grupos para ambos os conjuntos de híbridos com e sem ráfia, de indivíduos a partir da sua dissimilaridade utilizando o método da distância euclidiana, os grupos foram gerados a partir da junção das variáveis analisadas são elas: (1) altura da planta (AP); (2) diâmetro do caule (DC); (3) vigor visual da planta (VV); (4) formato do limbo foliar (FLF); (5) cor do limbo foliar (CLF); (6) textura do limbo foliar; (7) presença de frutos (PFr); (8) presença de flores (PFL); (9) arquitetura da planta (AT). A partir do ponto de corte com base na média das distâncias da matriz de agrupamento UPGMA (0,31), formaram-se 10 grupos de indivíduos nas populações de híbridos com presença de ráfia (Figuras 1 e Figura 2), a partir da distância de ligação dos genótipos dentro dos grupos, indicativa da diversidade genética dos híbridos caracterizados.



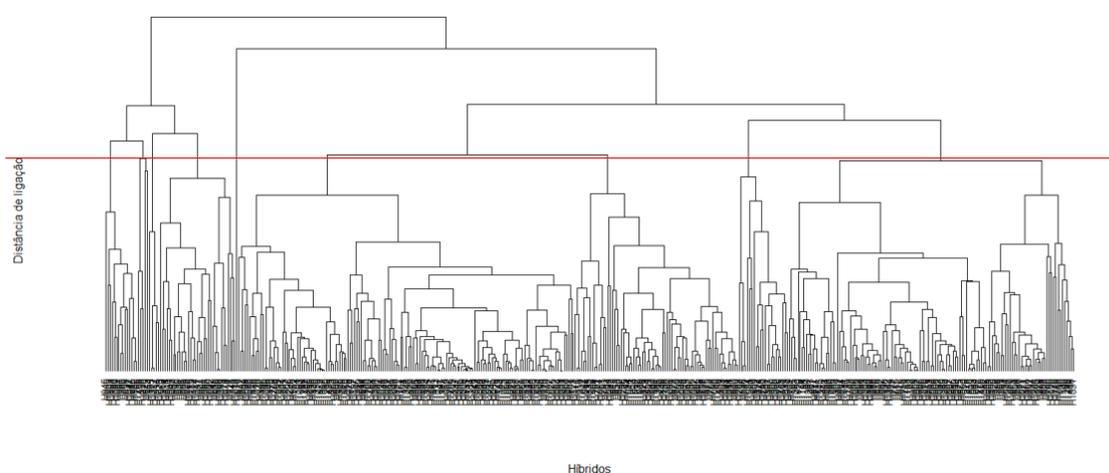
**FIGURA 1.** Dendrograma baseado na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*, indivíduos com ráfia.

**TABELA 3.** Números de híbridos com ráfia por grupos formados no agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*.

Grupos									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X
196	85	224	14	6	13	105	57	11	5

Na Figura 1 e na Tabela 3 foi possível inferir que no conjunto de híbridos avaliados, os grupos 5 (H646; H523; H1260; H1236; H1158; H030) e 10 (H1183; H1166; H1047; H1039; H1003) apresentaram maior dissimilaridade, ou seja, compreenderam híbridos com maior diferença em relação ao conjunto total de indivíduos caracterizados. Sendo que, esta divergência pode estar associada à diferença significativa entre os valores dos dados obtidos entre as variáveis. Foi observado que 100% das variáveis analisadas contribuíram de forma significativa para divergência entre os grupos do ponto de vista estatístico.

Na Figura 2, o ponto de corte referente à média das distâncias da matriz de agrupamento dos dados (0,31), delimitou a formação de dez grupos (Tabela 4).



**FIGURA 2.** Dendrograma baseado na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*, indivíduos sem ráfia.

**TABELA 4.** Número de híbridos sem ráfia por grupos formados no agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*.

Grupos									
I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X
154	131	35	23	15	5	75	2	1	3

A Tabela 4 permite deduzir que o grupo IX foi constituído apenas pelo híbrido H1076, o qual apresentou considerável distinção em relação aos demais indivíduos da população. Observa-se entre as plantas estudadas uma ampla variabilidade morfológica.

A tolerância à seca foi uma variável avaliada mediante critério de notas: 5 sem enrolamento foliar; 4 folhas levemente enrolada, em um quadrante da planta; 3 folhas levemente enroladas, em dois quadrantes da planta; 2 folhas da planta muito enroladas, em 3 quadrantes e com pouca queda de folhas; 1 todas as folhas da planta muito enroladas, em todos os quadrantes, com aspecto de secas e com muita queda de folhas.

A população sem ráfia apresentou maior quantidade de híbridos com notas menores de tolerância à seca em relação à população com ráfia, situação esta esperada, uma vez que a ráfia dificulta a penetração da água no perfil de solo quando da ocorrência de precipitações pluviais pouco expressivas, ao contrário do que se deu no ambiente sem ráfia, onde a penetração da água foi favorecida.

**TABELA 5.** Híbridos sem presença de ráfia, com a menor nota de tolerância à seca, nota 1 (Todas as folhas da planta muito enroladas, com aspecto de secas e com muita queda de folhas) no agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*.

Grupos	
II	VII
H1189	H1249; H1242; H1226; H1212

Na Tabela 5 é possível observar que cinco híbridos manifestaram a menor nota na avaliação de tolerância à seca e ficaram agrupados em dois grupos da população sem rafia, concentrando-se nos grupos 2 e 7, com maior número de indivíduos concentrados no Grupo 7 com quatro híbridos e o Grupo 2 com apenas um; a distância dos grupos mostram a dissimilaridade entre os híbridos. Considerando as notas 2 e 3, foram identificados 606 indivíduos no ambiente com rafia e 129 no ambiente sem rafia. Conforme comentado, vê-se que no ambiente sem rafia o total de híbridos que se mostraram mais suscetíveis ao déficit hídrico foi inferior ao observado no ambiente com rafia.

**TABELA 6.** Híbridos com presença de rafia, que manifestaram a maior nota de tolerância à seca, nota 5 (sem enrolamento foliar) no agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*.

<b>Grupos</b>				
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>VI</b>	<b>VIII</b>
H121	H691; H308; H299; H121; H454	H666; H191; H190; H158	H1002	H213

**TABELA 7.** Híbridos sem presença de rafia, que manifestaram a maior nota de tolerância à seca, nota 5 (sem enrolamento foliar) no agrupamento UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*.

<b>Grupos</b>	
<b>III</b>	<b>V</b>
H987	H955

Nas tabelas 6 e 7 é possível observar que os indivíduos que apresentaram a maior nota de tolerância à seca (nota 5 sem enrolamento foliar), considerando a amostra da população no ambiente com rafia, concentraram-se nos grupos 2 e 3. Pode-se, assim, a partir dessas tabelas, deduzir que a rafia

pode ter exercido efeito positivo na manutenção das plantas e seus mecanismos de tolerância a seca.

A partir da análise das variáveis estudadas, foram selecionados 145 híbridos, sendo 110 na população com ráfia e 35 na população sem ráfia, esses indivíduos serão incorporados ao Programa de Melhoramento de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Tendo por base o grupo de híbridos selecionados, considerando conjuntamente os ambientes com e sem ráfia, a exemplo do que se deu na população total de indivíduos, verificou-se que os genótipos apresentaram características fenotípicas diversas. Assim, referindo-se ao formato do limbo foliar, constatou-se que 76% dos híbridos exibiram limbo trifoliolado (Tabela 8); relativamente à cor do limbo foliar, 45,3% dos indivíduos manifestaram a cor verde, 39% a cor verde-claro e 15,7% a cor verde-escuro (Tabela 8); quanto à textura do limbo foliar, 81,5% relacionaram-se à textura membranosa e 15,5% à textura coriácea (Tabela 8). Reportando-se ao formato da copa, o semiglobular foi predominante, compreendendo 54,7% das plantas, vindo a seguir o formato ereto, com 29,5% dos híbridos, e o globular, com 15,8% dos genótipos (Tabela 8).

Quanto ao enrolamento foliar, verificou-se um claro gradiente entre os indivíduos. Partindo do grupo com maior expressão de enrolamento foliar para o grupo com menor manifestação de enrolamento foliar, constatou-se que 4,9% não apresentaram enrolamento foliar, 11,7% mostraram folhas levemente enroladas em um quadrante da planta, 58,6% exibiram folhas levemente enroladas, em dois quadrantes da planta, 22,1% mostraram todas as folhas da planta muito enroladas e com pouca queda de folhas e 2,7% apresentou enrolamento generalizado nas folhas de todos os quadrantes da planta (Tabela 8). No que tange à emissão de brotações, estas, conforme já indicado, dão-nos uma ideia da capacidade de reidratação da planta imediatamente após a ocorrência de chuvas posteriores a intensos períodos de déficit hídrico. Assim, relativamente a esse caráter, observou-se que 15,9% dos híbridos apresentaram brotações em todos os quadrantes da planta, 4,5% manifestaram brotações em dois ou três quadrantes da planta, 2,8% exibiram brotações em apenas um quadrante da planta e 76,7% não emitiram brotações (Tabela 8).

Observando o vigor da planta em relação a esse caractere 72,5% apresentaram vigor visual bom independente da altura da planta (nota 3), 24,8% foi observado vigor regular (nota 2) e 2,7% vigor ruim (nota 1) (Tabela 8), a partir dessa avaliação vemos que o grupo de híbridos selecionados apresenta indivíduos com pouco enrolamento foliar e com um bom vigor visual e rápida reidratação, ou seja são plantas que apesar das dificuldades do local, esse grupo de plantas consegue se destacar, expressando ao máximo sua características de tolerância/ resistência, ao estresses bióticos e abióticos.

**TABELA 8.** Distribuição de notas para os caracteres avaliados em campo, para o grupo de híbridos selecionados.

Vigor	F.L. Foliar	C.L. Foliar	T.L. foliar	F. Copa	E. Foliar	Brotação
72,5% - 3*	76% **	45,3% - 2*	81,5% - 1*	54,7% - 2*	58,6% - 3*	72,5% - 1*
24,8% - 2*		39% - 1*	15,5% - 2*	29,5% - 1*	22,1% - 2*	15,9% - 4*
2,7% - 1*		15,7% - 3*		15,8% - 3*	11,7% - 4*	4,5% - 3*
					4,9% - 5*	2,8% - 2*
					2,7% - 1*	

F.L. Foliar – (Formato do Limbo Foliar); C.L. Foliar – (Cor do Limbo Foliar); T.L. Foliar – (Textura do Limbo Foliar); C. Copa – (Formato da Copa) e E. Foliar – (Enrolamento Foliar).

\*Notas atribuídas aos caráteres, na avaliação de campo.

\*\* Notas 1 (folhas trifoliadas) e 2 (predominância >50% folhas trifolioladas).

Essa amostra de híbridos, compreendendo somente aqueles que foram selecionados por seu potencial de uso como porta-enxertos, apresentou, à semelhança do verificado na população total de indivíduos, ampla variabilidade fenotípica, o que é perfeitamente compreensível e esperado, uma vez que a cultivar BRS Bravo trata-se de um híbrido complexo, envolvendo, em sua constituição genética uma diversidade de espécies botânicas (*C. sunki*, *C. xlimonia* e *P. trifoliata*) que levam, em cruzamentos, a uma ampla variabilidade de indivíduos. Cabe acrescentar que os híbridos selecionados, num total de

145, representam cerca de 11% do total de indivíduos da população-base, que compreendeu cerca de 1.300 híbridos.

Esses híbridos, independentemente de suas características fenotípicas, apresentaram boa adaptação à grande unidade de paisagem Tabuleiros Costeiros que se caracteriza pela ocorrência de intensos déficits hídricos associados a altas temperaturas, além de ser um ambiente com uma camada de impedimento, no perfil de solo, que dificulta a penetração e o desenvolvimento do sistema radicular, potencializando os efeitos adversos da carência hídrica, tendo, ainda, o inconveniente de apresentar alta acidez e expressivas carências nutricionais. Esse conjunto de fatores adversos nos permite concluir que os híbridos selecionados são bastante rústicos. Todos, por sua rusticidade e adaptação ao ambiente em que foram selecionados, têm boa tolerância ao déficit hídrico, pois, caso contrário, não manifestariam bom comportamento agrônômico ao longo de mais de cinco anos de observações. Considerando, particularmente, os caracteres relacionados ao enrolamento foliar e à capacidade de reidratação da planta, tem-se que esses indivíduos possuem diferentes estratégias de sobrevivência.

Os que não manifestaram enrolamento foliar adotam como estratégia a busca pela água no perfil do solo, uma vez que mantêm a evapotranspiração ativa, com o não fechamento de estômatos, estruturas da epiderme da planta responsáveis pelas trocas gasosas. Já os que mostraram enrolamento foliar têm como estratégia de sobrevivência, frente ao déficit hídrico, o fechamento estomático, evitando perdas de água. A taxa de emissão de brotações, por sua vez, nos dá uma noção da capacidade da planta quanto ao aproveitamento da água disponível. Indivíduos com maior capacidade de emissão de brotações indicam respostas positivas à reidratação; provavelmente, poderão resultar em futuras variedades porta-enxerto que terão bom desempenho no aproveitamento da água disponível no solo, seja a água de chuvas, seja aquela fornecida artificialmente, mediante irrigação.

#### 4. CONCLUSÃO

A população de indivíduos avaliada apresentou ampla variabilidade fenotípica entre indivíduos, relativamente a todos os caracteres estudados.

A população-base apresentou bom potencial de geração de variedades porta-enxerto, adaptados ao ambiente da grande unidade de paisagem Tabuleiros Costeiros.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, L.P.; ARTES, R. ANÁLISE MULTIVARIADA. **Lavras: UFLA**, 2003. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/65917658/lucia-pereira-barroso-2003-análise-multivariada>. Acesso em: 17 de agosto de 2021.

BASTOS, D.C.; FERREIRA, E.A.; PASSOS, O.S.; DE SÁ, J.F.; ATAÍDE, E.M.; CALGARO, M. CULTIVARES COPA E PORTA-ENXERTOS PARA A CITRICULTURA BRASILEIRA. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte - MG, v. 35, ed. 281, p. 36-45, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007492/1/Debora214.pdf>. Acesso em: 6 de agosto de 2021.

BOSABALIDIS, A.M.; KOFIDIS, G. COMPARATIVE EFFECTS OF DROUGHT STRESS ON LEAF ANATOMY OF TWO OLIVE CULTIVARS. **Plant Science**, p.375-379, 2002.

BURLE, M.L.; OLIVEIRA, M.S.P. MANUAL DE CURADORES DE GERMOPLASMA - VEGETAL: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA. **Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia** - Brasília, DF, 2010.

BURRIDGE, J.D.; RANGARAJAN, H.; LYNCH, J.P. COMPARATIVE PHENOMICS OF ANNUAL GRAIN LEGUME ROOT ARCHITECTURE. **Crop Science**, v. 60, n. 5, p. 2574-2593, 2020.

BUSSAB, W.O; MIAZAKI, E.S; ANDRADE, D. INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS. São Paulo: **Associação Brasileira de Estatística**, p. 105, 1990.

CHARRAD, M.; GHAZZALI, N.; BOITEAU, V.; NIKNAFS, A. An examination of indices for determining the number of clusters. **R version 1.4, package: NbClust**, 2013. Disponível em: <http://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html>. Acesso em: 07 de julho de 2021.

CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; FALDONI, L.; BLUMER, S.; JUNIOR, J.P.; DE PAULA CAMPMPOS, T.M.; MACHADO, M. A. Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. *Poncirus trifoliata*) para porta-enxertos de citros. **Citrus Research & Technology**, 2020.

DEZOTTI, A.L.; SORATTO, T.A.T.; BASTIANEL, M.; NOVELLI, V.M.; CRISTOFANI-YALY, M. SELEÇÃO DE MARCADORES ESPECÍFICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DO GRUPO DAS TANGERINAS E HÍBRIDOS. **Revista Científica UNAR**, v. 14, n. 1, p. 22, 2017.

IBPGR - INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. DESCRIPTORS FOR CITRUS. **ROME: IBPGR**, p. 66, 1999.

**INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE.** INDICADORES ESTATÍSTICOS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Disponível em: < [http://ftp.ibge.gov.br/Produção Agrícola/FascículoIndicadores IBGE/estProdAgr\\_201601.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Produção_Agrícola/FascículoIndicadores_IBGE/estProdAgr_201601.pdf)>. Acesso em: 07 de julho de 2021.

KOLLER, O.C.; LARANJA: TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO, PÓS-COLHEITA, INDUSTRIALIZAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO. **Citricultura**. Porto Alegre: Cinco continentes, p.395, 2006.

MACHADO, D.F.S.P.; MACHADO E.C.; MACHADO R.S.; RIBEIRO R.V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas

gasosas e na atividade fotoquímica de laranja 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1161-1170, 2009.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. **Cancer Research**, Birmingham, v. 27, n. 2, p. 209-220, 1967.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 297 2005.

OLIVEIRA, E.R.M.; SILVA, M.J.R.; DANTAS, A.C.V.L.; SOARES FILHO, W.S.; GIRARDI, E.A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e o crescimento de quinze porta-enxertos de citros propagados por estaquia. **Citrus Research & Technology**, v. 35, n. 1, p. 35-43, 2017.

OLIVEIRA, L.B. **Tolerância à seca e adaptação a solos com camadas coesas de genótipos de citros em estádios jovens de desenvolvimento**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Tese (Doutorado), p. 18, 2017.

OLIVEIRA, R.P.; SOARES FILHO, W.S.; MACHADO, M.A.; FERREIRA, E.A.; SCIVITTARO, W.B.; GESTEIRA, A.S. Melhoria genética de plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte - MG, v. 35, ed. 281, p. p.22-29, 2014. Disponível em: [https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1001070/1/InformeAgropecu](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1001070/1/InformeAgropecu%20arioCitros.pdf) arioCitros.pdf. Acesso em: 6 de agosto de 2021.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: URL <https://www.R-project.org/>

RIBEIRO, L.S. **Comportamento físico de latossolos amarelos coesos e não coesos do Nordeste do Brasil**. Universidade Federal do Piauí. Dissertação (Mestrado), 2018.

SAMPAIO, A.H.R.; COELHO FILHO, M.A.; SOUZA, L.D.; BRITO, R.B.F.; SILVA, R.O. Yield and quality of 'Pera' sweet orange grafted on different rootstocks under rainfed conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, p. 1-9, 2016.

SANTOS, A.R.A.; SOUZA, E.H.; SOUZA, F.V.D.; FADIN, M.; GIRARDI, E.A.; SOARES FILHO, W.S. Genetic variation of citrus and related genera with ornamental potential. **Euphytica**, v. 205, p. 503-520, 2015. DOI 10.1007/s10681-015-1423-2. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273774776\\_Genetic\\_variation\\_of\\_Citrus\\_and\\_related\\_genera\\_with\\_ornamental\\_potential](https://www.researchgate.net/publication/273774776_Genetic_variation_of_Citrus_and_related_genera_with_ornamental_potential). Acesso em: 5 de agosto de 2021.

SILVA, J.S.; PINTO, L.A.; FREITAS, M., G.; FEITOSA, A.J.S.; SILVA, C., L.; ALVAREZ-PIZARRO, J.C. Parâmetros morfológicos e fisiológicos de *Brachiaria brizantha* submetida ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.7, n.5, p. 71-81, 2018.

SNEATH, P.H.; SOKAL, R.R. NUMERICAL TAXONOMY: **The principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman, p. 588, 1973.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v. 11, p. 33-40. 1962.

SILVA, A.V.C.; VITÓRIA, M.F.; NASCIMENTO, A.L.S.; LEDO, A.S.; MACEDO, L.F.M.; MUNIZ, E.N.; JÚNIOR, J.F.S. Descritores morfológicos e físico-químicos para caracterização de germoplasma de mangabeira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 14, n. 2, p. 5645, 2019.

TARDIEU, F. Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: just design the right drought scenario. **Journal of experimental botany**, v. 63, p. 25-31, 2012.

TERLETSKAYA, N.; ZOBOVA, N.; STUPKO, V.; SHUYSKAYA, E. Growth and photosynthetic reactions of different species of wheat seedlings under drought and salt stress. **Periodicum Biologorum**, p. 37-45, 2017.