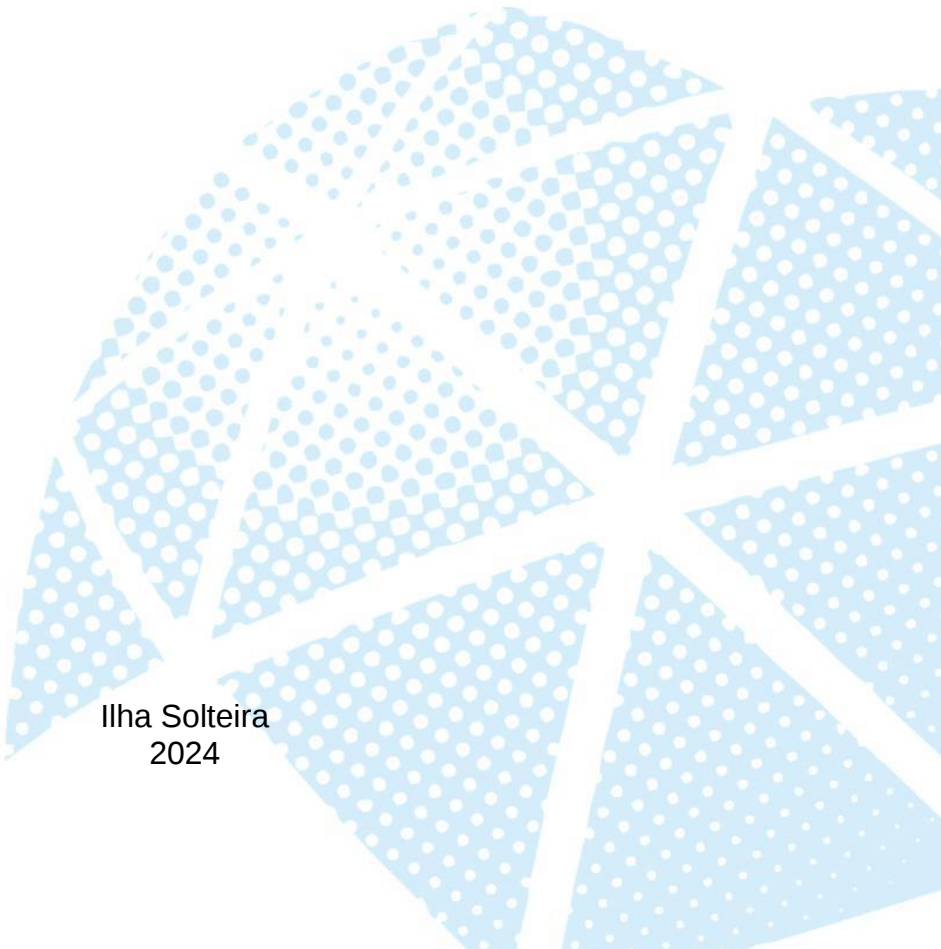


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MARIA EDUARDA FACIOLI OTOBONI

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AVANÇADOS DE BATATA-DOCE PARA LANÇAMENTO COMO NOVAS
CULTIVARES**



Ilha Solteira
2024

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARIA EDUARDA FACIOLI OTOBONI

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AVANÇADOS DE BATATA-DOCE PARA LANÇAMENTO COMO NOVAS
CULTIVARES**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora. Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan
Orientador

Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas
Coorientador

Ilha Solteira
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvida pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

O88c Otoboni, Maria Eduarda Facioli.
Caracterização morfológica e seleção de genótipos avançados de batata-
doce para lançamento como novas cultivares / Maria Eduarda Facioli Otoboni. -
- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
83 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Especialidade: Sistemas de Produção,
2024

Orientador: Bruno Ettore Pavan
Coorientador: Pablo Forlan Vargas
Inclui bibliografia

1. Ipomoea batatas. 2. Interação genótipo X ambiente. 3. Adaptabilidade e
estabilidade. 4. Registro de cultivares.

Impacto potencial desta pesquisa

A batata-doce é uma cultura de grande importância socioeconômica, principalmente devido à sua grande riqueza nutricional. O desenvolvimento de novas cultivares de batata-doce de polpa alaranjada (biofortificadas) representa uma excelente estratégia para incrementar a produtividade na cultura e conjuntamente, auxiliar no combate à deficiência de vitamina A da população, sobretudo de baixa renda, devido à possibilidade de ingestão de um alimento biofortificado com baixo custo no mercado.

Potential impact of this research

Sweet potatoes are a crop of great socioeconomic importance, mainly due to their great nutritional richness. The development of new orange-fleshed sweet potato cultivars (biofortified) represents an excellent strategy to increase better productivity in the crop and, together, help combat vitamin A deficiency in the population, especially low-income people, due to the possibility of ingesting a biofortified food with low cost on the market.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

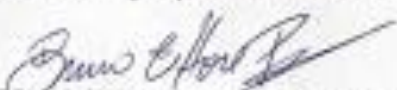
TÍTULO DA TESE: Caracterização morfológica e seleção de genótipos avançados de batata-doce para lançamento como novas cultivares

AUTORA: MARIA EDUARDA FACIOLI OTOBONI

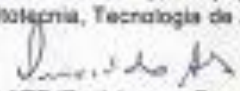
ORIENTADOR: BRUNO ETTORE PAVAN

COORDENADOR: PABLO FORLAN VARGAS

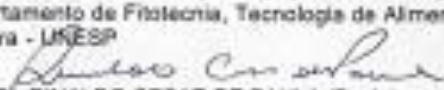
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. BRUNO ETTORE PAVAN (Participação Presencial)

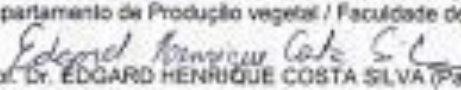
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof. Dr. DRIVALDO ARF (Participação Presencial)

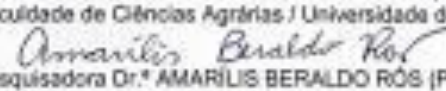
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA (Participação Presencial)

Departamento de Produção vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP


Prof. Dr. EDGARD HENRIQUE COSTA SILVA (Participação Presencial)

Faculdade de Ciências Agrárias / Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE


Pesquisadora Dr.ª AMARILIS BERALDO RÖS (Participação Presencial)

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA

Ilha Solteira, 23 de fevereiro de 2024

AGRADECIMENTOS

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

Agradeço aos meus pais, Mario André e Luciana, por todo comprometimento com minha jornada e por sempre me apoiarem e não medirem esforços para que eu alcance o que almejo. À minha irmã, Ana Victória, por todo companheirismo e apoio. Aos meus avós por nunca saírem do meu lado. Ao meu namorado por sempre acreditar no meu potencial.

Ao Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan pela valiosa orientação, dedicação, ensinamentos e amizade adquirida ao longo desses. Sua orientação foi de grande valia para que eu me tornasse a profissional que sou hoje.

Ao Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas pela coorientação, amizade, disponibilidade e ensinamentos ao longo de minha jornada na pós-graduação.

Ao Grupo de Estudos em Melhoramento Genético da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira, pelo auxílio na execução deste trabalho. Ao Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento (NEOM) da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Darllan Júnior pelo valioso auxílio na instalação, condução e avaliação dos experimentos.

Ao CERAT – Centro de Raízes e Amidos Tropicais da Unesp pelo apoio ao desenvolvimento da Pesquisa. Ao *International Potato Center*, em nome da Dra. Maria Isabel Andrade, pela doação dos genótipos deste trabalho.

Aos meus amigos, Victória e Théo, que foram de grande importância para tornar mais leve esses anos de doutorado, e fizeram parte das melhores memórias que tenho em Ilha Solteira-SP. Também agradeço à todas as moradoras da República Tcheca por me acolherem tão bem.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia da Unesp, Câmpus de Ilha Solteira, bem como os docentes do programa por todo conhecimento compartilhado.

A todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para meu crescimento pessoal e profissional. Minha gratidão.

“Se não fosse difícil, qualquer um faria. A dificuldade é o que torna tudo incrível.”

(Tom Hanks)

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça com papel de destaque na agricultura, devido à importância econômica e social, porém, os estudos relacionados com a cultura são escassos, principalmente no que diz respeito à recomendação de genótipos para as regiões de cultivo. Adicionado a isso, o número reduzido de cultivares registradas impacta na baixa produtividade nacional. Estudos de interação genótipo x ambiente (GxE) e adaptabilidade e estabilidade são essenciais na identificação de genótipos superiores. Nesse sentido, objetivou-se realizar a caracterização morfológica e seleção de genótipos avançados de batata-doce para lançamento como novas cultivares. Foi realizado um teste de Distinguíbilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) e nove ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). O DHE foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, parcela de uma linha composta por 17 plantas, espaçadas a 0,35 m. Para os ensaios de VCU, foi adotado delineamento em blocos casualizados, com parcela de uma linha de três metros composta por nove plantas, em espaçamento de 0,33 m. Foram avaliados 13 genótipos de batata-doce, além de seis cultivares comerciais no teste de DHE e duas cultivares comerciais nos ensaios de VCU. Foi realizada análise conjunta dos dados para identificação da interação GxE. Para adaptabilidade e estabilidade, foram utilizadas dois métodos, MHPRVG e regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989). Foi identificado efeito significativo para genótipo e ambiente, além da interação GxE, indicando a variabilidade genética do conjunto de genótipos, bem como a resposta diferente dos mesmos frente às variações ambientais. Os genótipos CERAT24-04, CERAT31-01, CERAT56-23 e CERAT60-05 foram os mais produtivos e mais promissores pelas metodologias avaliadas. CERAT21-21 foi superior às cultivares comerciais pela metodologia MHPRVG, e demonstrou-se adaptável e estável também pela metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky, sendo assim, um genótipo passível de lançamento. Dentre os genótipos avaliados, três foram registrados como novas cultivares comerciais CERAT21-21 (Unesp Maria Rita), CERAT24-04 (Unesp Maria Eduarda) e CERAT31-01 (Unesp Maria Isabel).

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*; interação genótipo x ambiente; adaptabilidade e estabilidade; registro de cultivares.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas*) is a vegetable with a prominent role in agriculture, due to its economic and social importance, however, studies related to the crop are scarce, especially with regard to recommending genotypes for growing regions. Added to this, the reduced number of registered cultivars impacts on low national productivity. Studies of genotype x environment (GxE) interaction and adaptability and stability are essential in identifying superior genotypes. In this sense, the objective was to carry out the morphological characterization and selection of advanced sweet potato genotypes for launch as new cultivars. A Distinguishability, Homogeneity and Stability (DHE) test and nine Cultivation and Use Value (VCU) tests were carried out. The DHE was conducted in a randomized block design, a portion of a row consisting of 17 plants, spaced 0.35 m apart. For the VCU tests, a randomized block design was adopted, with a portion of a three-meter line consisting of nine plants, spaced 0.33 m apart. 13 sweet potato genotypes were evaluated, in addition to six commercial cultivars in the DHE test and two commercial cultivars in the VCU tests. Joint data analysis was carried out to identify the GxE interaction. For adaptability and stability, two methodologies were used, MHPRVG and bisegmented regression by Cruz, Torres and Vencovsky (1989). A significant effect was identified for genotype and environment, in addition to the GxE interaction, indicating the genetic variability of the set of genotypes, as well as their different response to environmental variations. The genotypes CERAT24-04, CERAT31-01, CERAT56-23 and CERAT60-05 were the most productive and most promising according to the methodologies evaluated. CERAT21-21 was superior to commercial cultivars using the MHPRVG methodology, and was also shown to be adaptable and stable using the Cruz, Torres and Vencovsky methodology, thus being a genotype capable of being released. Among the genotypes evaluated, three were registered as new commercial cultivars CERAT21-21 (Unesp Maria Rita), CERAT24-04 (Unesp Maria Eduarda) and CERAT31-01 (Unesp Maria Isabel).

Keywords: *Ipomoea batatas*; genotype x environment interaction; adaptability and stability; cultivar registration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Multiplicação dos genótipos de batata-doce em vasos de cinco litros, no município de Jaboticabal-SP, no ano de 2021.....	32
Figura 2	- Adubação com N-P-K (A), adubação complementar com Cloreto de Potássio (B), instalação (C) e plantio (D) do ensaio de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) de genótipos de batata-doce, no município de Ilha Solteira-SP, no ano de 2021.....	33
Figura 3	- Irrigação por aspersão (à esquerda) e condução do experimento após capina manual (à direita). Ilha Solteira-SP, ano de 2022.....	34
Figura 4	- Cultivar Unesp Maria Rita (CERAT21-21). Ilha Solteira-SP, 2024.	61
Figura 5	- Cultivar Unesp Maria Eduarda (CERAT24-04). Ilha Solteira-SP, 2024.....	64
Figura 6	- Cultivar Unesp Maria Isabel (CERAT31-01). Ilha Solteira-SP, 2024.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Identificação dos genótipos, código de descrição e parental materno de 13 genótipos avançados de batata-doce. Ilha Solteira-SP, 2023.....	29
Tabela 2	- Esquematização do resumo de análise de variância conjunta adotada e esperanças dos quadrados médios (adotando genótipo como fixo e blocos, ambiente, resíduo e GxE como aleatórios).....	40
Tabela 3	- Análise conjunta e estimativas de parâmetros genéticos em caracteres agronômicos de genótipos avançados de batata-doce. Ilha Solteira-SP, 2024.....	43
Tabela 4	- Correlação fenotípica (diagonal superior) e genotípica (diagonal inferior) para caracteres produtivos de genótipos avançados de batata-doce. Ilha Solteira-SP, 2024.....	46
Tabela 5	- Ordenação dos 13 genótipos de batata-doce e duas cultivares comerciais (Beauregard e BRS Gaita) com base em produtividade comercial ($t\ ha^{-1}$) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) multiplicada pela média geral (PRVG*MG e Adaptabilidade e Estabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).....	49
Tabela 6	- Ordenação dos 13 genótipos de batata-doce e duas cultivares comerciais (Beauregard e BRS Gaita) com base em produtividade de massa seca das raízes ($t\ ha^{-1}$) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) multiplicada pela média geral (PRVG*MG e Adaptabilidade e Estabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).....	51

Tabela 7	- Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade comercial das raízes de 15 genótipos de batata-doce em nove ambientes. Ilha Solteira-SP, 2024.....	53
Tabela 8	- Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de massa seca das raízes de 15 genótipos de batata-doce em nove ambientes. Ilha Solteira-SP, 2024.....	55
Tabela 9	- Características morfológicas e agronômicas da cultivar Unesp Maria Rita em ensaios de VCU e DHE. Ilha Solteira-SP, 2024.....	60
Tabela 10	- Características morfológicas e agronômicas da cultivar Unesp Maria Eduarda em ensaios de VCU e DHE. Ilha Solteira-SP, 2024.....	63
Tabela 11	- Características morfológicas e agronômicas da cultivar Unesp Maria Isabel em ensaios de VCU e DHE. Ilha Solteira-SP, 2024.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	A CULTURA DA BATATA-DOCE.....	15
2.2	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E NUTRICIONAL.....	17
2.3	MELHORAMENTO GENÉTICO DA BATATA-DOCE.....	19
2.4	REGISTRO E PROTEÇÃO DE CULTIVARES.....	21
2.5	INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE BATATA-DOCE DA UNESP.....	28
3.2	MATERIAL.....	29
3.3	TESTE DE DISTINGUIBILIDADE, HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE (DHE).....	30
3.3.1	Descritores morfológicos avaliados.....	34
3.4	ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO (VCU).....	36
3.4.1	Análises estatísticas.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1	ESTUDO DE CARACTERES E INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE (GXE).....	43
4.2	ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE.....	47
4.2.1	Adaptabilidade e estabilidade pela metodologia MHPRVG.....	48
4.2.2	Adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989).....	52
4.3	NOVAS CULTIVARES DE BATATA-DOCE UNESP.....	58
4.3.1	Cultivar Unesp Maria Rita (CERAT21-21) – Número de registro: 54667.....	59

4.3.2	Cultivar “Unesp Maria Eduarda” (CERAT24-04) – Número de registro: 54891.....	62
4.3.3	Cultivar “Unesp Maria Isabel” (CERAT31-01) – Número de registro: 54920.....	65
5	CONCLUSÃO.....	68
	REFERÊNCIAS.....	69
	APENDICE A - Caracterização morfológica de caracteres de parte aérea de 13 genótipos de batata-doce em um ensaio de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Ilha Solteira-SP, 2024. Continua.....	80
	APENDICE A - Caracterização morfológica de caracteres de parte aérea de 13 genótipos de batata-doce em um ensaio de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Ilha Solteira-SP, 2024. Conclusão.....	81
	APENDICE B - Caracterização morfológica de caracteres de raiz de 13 genótipos de batata-doce em um ensaio de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Ilha Solteira-SP, 2024.....	82

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), é uma hortaliça tuberosa com cultivo e produção em todo o território nacional principalmente devido sua riqueza nutricional, rusticidade, capacidade de produção e adaptabilidade a diferentes tipos de solo e clima. Devido as possibilidades de usos da cultura, como na alimentação humana e animal ou como matéria prima na indústria de alimentos e produção de etanol, aliado ao baixo custo de produção, torna-se uma excelente alternativa para a pequenos, médios e grandes produtores em todas as regiões do país (Massaroto *et al.*, 2014).

A cultura desempenha grande importância econômica e social devido a boa aceitação popular e ao significativo valor nutritivo, representando uma ótima fonte de carboidratos, vitaminas e minerais como cálcio, ferro e potássio (Vizzotto *et al.*, 2018).

A espécie apresenta alta variabilidade genética, possuindo diversas possibilidades de fenótipos distintos, principalmente relacionados à coloração da casca e coloração da polpa das raízes tuberosas. Dentre as diversas variações de colorações, raízes tuberosas de polpa alaranjada são portadoras de quantidades significativas de carotenoides, principalmente betacaroteno, representando assim, uma fonte de provitamina A (Tang; Cai; Xu, 2015), onde quanto mais intensa a coloração alaranjada da raiz, maior o teor de provitamínicos A (Basilio *et al.*, 2020; Simões *et al.*, 2020). Dessa forma, pode ser utilizada no combate à deficiência de vitamina A em crianças devido à sua importância em vários processos fisiológicos. A vitamina A é essencial ao sistema imunológico, principalmente em crianças menores de cinco anos, gestantes e lactantes (Rossel, 2021; Lima *et al.*, 2020).

Além da expressiva importância nutricional, a batata-doce vêm demonstrando-se promissora também na indústria energética, principalmente voltada à produção de etanol, apresentando rendimento médio de tonelada processada de, aproximadamente, 46% superior ao obtido na cana-de-açúcar e 149% superior ao obtido no milho, revelando a importância da utilização da cultura também para esta finalidade (Basílio *et al.*, 2022; Lareo; Ferrari, 2019). Vale ressaltar que esses valores são considerando duas safras anuais de batata-doce.

Apesar da importância econômica e social, poucos são os estudos associados à batata-doce, principalmente relacionados à adaptabilidade de genótipos às principais regiões produtoras da cultura, o que, aliado ao uso de cultivares não melhoradas, resulta na baixa produtividade nacional, 14,55 t ha⁻¹ (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2023), tornando-se necessário o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas, adaptadas e estáveis, visando explorar o máximo potencial produtivo da cultura, já que existem apenas 49 cultivares de batata-doce registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2023a).

De forma geral, o objetivo de um programa de melhoramento genético vegetal é a identificação e seleção de genótipos que demonstrem potencial produtivo e ampla adaptabilidade e estabilidade (Silva; Ruan, 2019). Entretanto, deve-se ter cautela com a interação genótipo x ambiente (GxE), visto que a expressão fenotípica dos genótipos pode variar frente às variações ambientais, tornando-se necessário explorar o efeito da GxE por meio da condução de ensaios em diversos locais, possibilitando a avaliação da magnitude da interação e do seu possível impacto na seleção (Cruz; Regazzi; Carneiro, 2012). Nesse caso, ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) tornam-se uma excelente estratégia. Por outro lado, para que seja possível a proteção de cultivares garantindo ao obtentor determinados direitos exclusivos sobre ela, torna-se necessário a realização de testes de Distinguibibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE), seguindo diretrizes impostas pelo MAPA (BRASIL, 2011).

Nesse sentido, objetivou-se realizar a caracterização morfológica e seleção de genótipos avançados de batata-doce por meio de testes de Distinguibibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) e ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) para a proteção, registro e lançamento de novas cultivares comerciais da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA BATATA-DOCE

A batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma hortaliça tuberosa pertencente à família *Convolvulaceae*, gênero *Ipomoea*, sendo a única espécie cultivada para fins alimentícios dentro da família. É uma planta angiosperma, dicotiledônea, que demonstra crescimento reptante e ciclo de vida perene, mesmo sendo cultivada como anual para fins comerciais (Silva; Lopes; Magalhães, 2008; Singh, 2010). A localização exata de sua origem ainda é desconhecida, porém, estudos indicam que ocorreu a cerca de 5000 anos atrás em regiões entre a América Central e do Sul, sendo, posteriormente, disseminada para outras regiões do mundo (Austin, 1988).

A espécie passou por um longo processo evolutivo que combinou a possibilidade de reprodução sexuada e assexuada da cultura (responsável pela diversidade de formatos e coloração das raízes tuberosas), a ação da seleção natural (representada pelo cultivo em diversos nichos ecológicos) e a seleção humana (ditada pelos costumes e crenças dos povos que a cultivavam) (Ritschel *et al.*, 1999). É cultivada em mais de 100 países (Montes, 2013) e, em regiões tropicais, pode ser cultivada até três vezes por ano (Katayama *et al.*, 2017).

Possui sistema radicular bastante desenvolvido e profundo com 75 a 90 cm, podendo atingir 1,60 m. Apresenta raiz tuberosa que se originam, principalmente, nos entrenós que se enraízam, e é composta por periderme (casca, película externa e pele), córtex (casca interna) e polpa, parte central que constitui a maior parte da raiz (Folquer, 1978).

O formato das raízes tuberosas pode variar principalmente pela estrutura do solo, podendo apresentar formato oval, oboval, oblongo, redondo, redondo elíptico, longo irregular ou curvado (Huamán, 1992; Echer, Creste, Torre, 2018). Além das raízes tuberosas, principal parte de interesse comercial da cultura, também apresenta raiz absorvente, responsável pela absorção de água e nutrientes do solo (Silva; Lopes; Magalhães, 2008).

O caule, também conhecido como haste ou rama, apresenta hábito de crescimento rasteiro, de comprimento variável, podendo alcançar até 7 a 8 metros. O comprimento dos entrenós sofre forte influência ambiental, resultando

em grandes variações. As folhas são simples, alternas, dispostas em espiral em torno do caule, pubescente ou glabras.

As flores são típicas do gênero *Ipomoea*, apresentando variações na cor, tamanho e formato. São flores perfeitas, portanto completas e hermafroditas, com corola gamopétala e cinco pétalas unidas em forma de funil (infundibuliforme) (Jones, 1980; Steinbauer; Kushman, 1971; Folquer, 1978). As cultivares de batata-doce diferem em sua capacidade de florescer. Algumas não florescem, outras produzem muito poucas flores e outras florescem abundantemente (Huamán, 1992). Porém, de forma geral, a cultura possui baixa capacidade de floração natural e baixa produção de sementes (Katayama *et al.*, 2017) o que dificulta o melhoramento genético da cultura.

O fruto é uma cápsula, mais ou menos esférica, com ponta terminal. A cápsula fica marrom quando madura. Cada cápsula contém de uma a quatro sementes que podem apresentar formato irregular, ligeiramente angular ou arredondada. As sementes são duras e podem manter viabilidade por 20 anos ou mais, porém, para fins de germinação, é preciso realizar o processo de escarificação em ácido sulfúrico, ou com um escarificador mecânico ou à mão com uma agulha afiada (Huamán, 1992; Jones, 1986). As sementes botânicas de batata-doce constituem uma imensa fonte de combinações genéticas e são utilizadas nos programas de melhoramento para obtenção de novas cultivares (Folquer, 1978).

Embora apresente propagação sexuada por meio de sementes, a principal forma de propagação da batata-doce é via assexuada, sendo este processo utilizado para plantios comerciais. Nesse caso, os produtores dispõem de três opções para a obtenção de novas plantas: I - por meio das próprias raízes tuberosas, que consiste em promover a brotação das raízes selecionadas, utilizando-se posteriormente as brotações inteiras, denominadas de mudas ou ramas-sementes; II - Retirando as ramas-sementes de uma lavoura comercial em desenvolvimento; III - cultivando mudas em viveiros, de preferência realizando a desinfecção viral do material (Silva; Lopes; Magalhães, 2008).

Para um bom desenvolvimento vegetativo, a cultura exige temperaturas superiores à 24°C, fotoperíodo longo, alta luminosidade e umidade adequada do solo. Temperaturas menores que 10°C praticamente paralisam o desenvolvimento vegetativo e proporciona redução na produtividade. Estima-se

que a temperatura para o bom desenvolvimento do sistema radicular é em torno de 24 a 27°C (Folquer, 1978).

2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E NUTRICIONAL

A batata doce pode ser encontrada em diversas regiões do mundo devido sua ampla adaptabilidade, o que ocorre, principalmente, devido às frequentes introduções de plantas da mesma espécie originária de outras regiões (Silva; Lopes; Magalhães, 2004). É uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil e sua produção tem impacto econômico e social direto na geração de emprego e renda principalmente para agricultores familiares (Martins Filho, 2021). A cultura apresenta custo de produção relativamente baixo devido à rusticidade de produção e ao reduzido nível tecnológico empregado na cultura, porém, proporciona elevado retorno econômico ao produtor (Montes *et al.*, 2008).

Na América latina, o Brasil se destaca como o principal produtor da cultura (Fernandes *et al.*, 2021). No ano de 2022, a produção brasileira de batata-doce alcançou mais de 847 mil toneladas distribuídas em uma área de 58.540 hectares (IBGE, 2023), produção essa muito distante do produzido pela China, principal produtor mundial da cultura com 53,01 milhões de toneladas anuais (Fernandes *et al.*, 2021). Quando comparado a produção dos últimos dez anos, fica evidente a crescente expressão econômica da cultura no Brasil, onde no ano de 2012 foram produzidas 479.425 toneladas de batata-doce, 367 mil toneladas a menos do que em 2022. Essa alta de produção ocorreu devido ao aumento na demanda de batata-doce pela população, sobretudo daquelas de maior poder aquisitivo, devido à quebra de paradigmas no que se concerne à alimentação e consumo de raízes tuberosas de batata-doce. Dentre os principais estados produtores, o estado de São Paulo lidera em quantidades produzidas, com 160.514 toneladas, seguido por Rio Grande do Sul com 155.070 toneladas e Ceará com 116.668 toneladas produzidas, demonstrando a potencialidade dos estados na produção de batata-doce (IBGE, 2023).

Embora ainda seja uma cultura conhecida por sua produção de subsistência, a batata-doce possui importância em escala mundial (MELLO, 2019), participando do suprimento de calorias, vitaminas e minerais na alimentação, podendo ser uma das fontes de segurança alimentar devido sua

riqueza nutricional. É uma hortaliça amplamente consumida no Brasil e em outros países, por ser uma excelente fonte nutritiva e promotora da saúde humana (Basílio *et al.*, 2022). A raiz da batata-doce é um alimento de alto valor energético, com cerca de 120 kcal/100g, rica em carboidratos, variando de 13 a 29% (Furlaneto *et al.*, 2012). A grande quantidade de fibras encontrada nas raízes tuberosas contribui para minimizar a absorção de colesterol, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares. Além disso, apresenta quantidades consideráveis de minerais como potássio, cálcio, fósforo, magnésio, ferro e zinco, além de vitamina A, vitamina C, vitaminas do complexo B, principalmente B1, B2 e B6, vitamina E e ácido fólico (Lima; Ferreira; Sánchez, 2023; Sánchez; Santos; Vasilenko, 2019).

Atualmente, muito têm se falado de raízes tuberosas de batata-doce de polpa alaranjada biofortificadas. Isso se dá por cultivos de alimentos biofortificados estarem surgindo como uma solução benéfica e viável no combate à fome oculta (Garg *et al.*, 2018). A fome oculta ocorre quando o consumo ou a absorção de micronutrientes, como vitaminas e minerais, não é suficiente para proporcionar uma boa saúde e o desenvolvimento em crianças e funções físicas e mentais normais em adultos (*International Food Policy Research Institute - IFPRI*, 2007).

A deficiência de micronutrientes mais significativa no ponto de vista da saúde pública é a de vitamina A, pois em crianças pode causar grave deficiência visual levando à cegueira, aumento do risco de doenças graves e morte por infecções comuns como diarreia e sarampo. Em mulheres grávidas, pode causar cegueira noturna e aumento do risco de morte (*Food And Agriculture Organization - FAO*, 2014). Batatas-doces de polpa alaranjada possuem carotenoides, principalmente betacaroteno, que atuam como fonte de provitamina A no organismo (Tang; Cai; Xu, 2015). Nesse sentido, a cadeia produtiva de batata-doce de polpa alaranjada surge como uma alternativa promissora, com intuito de aumentar a disponibilidade de alimentos biofortificados, aumentar a renda familiar dos pequenos e médios produtores e, consequentemente, reduzir os níveis de desnutrição crônica da população (Marcos *et al.*, 2022).

Além da riqueza nutricional, a batata-doce vêm demonstrando-se promissora também para outras finalidades, sendo considerada uma matéria-

prima de alta qualidade em vários setores industriais (Basílio *et al.*, 2022). Como exemplo podem ser citados a indústria de alimentos (macarrão, pão, bebidas alcoólicas e não alcoólicas), capacidade de geleificação, suplementação e medicamentos na indústria farmacêutica (Vidal *et al.*, 2018; Alam, 2021). Além disso, o cultivo de batata-doce para produção de combustíveis naturais vem crescendo no Brasil nos últimos anos, isso se dá, principalmente, pelo fato de que uma tonelada de batata-doce pode produzir mais que o dobro de álcool de uma tonelada de cana-de-açúcar (Swain, 2013).

A batata-doce é considerada uma matéria-prima viável para a produção de álcool, com rendimento de 130 a 170 litros de álcool absoluto por tonelada de raiz, demonstrando aspecto favorável por possibilitar duas safras anuais. Porém, apesar de promissora, a baixa produtividade média encontrada na cultura, em torno de 14 t ha⁻¹, constitui a principal limitação para a batata-doce tornar-se uma das principais matérias-primas para o abastecimento das usinas (Silveira, 2008; Borges *et al.*, 2023). Dessa forma, a busca por novas cultivares que apresentem desempenho satisfatórios na produção de etanol, vêm se destacando em programas de melhoramento genético da cultura.

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA BATATA-DOCE

O melhoramento genético de plantas é uma das estratégias de maior relevância da agricultura moderna, responsável pelo aumento de produtividade e qualidade dos alimentos de forma sustentável e ecologicamente equilibrada por meio da seleção de indivíduos superiores (Amabile *et al.*, 2018; Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2021). O melhoramento de plantas permite o desenvolvimento de cultivares adaptadas a regiões específicas, aumentando a segurança alimentar local e a produtividade dos cultivos de forma geral (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017).

O sucesso no desenvolvimento de novas cultivares está diretamente associado à variabilidade genética encontrada na espécie trabalhada. A exploração desta variabilidade possibilita o surgimento de novos indivíduos, que apresentem características superiores à de seus genitores (Ribeiro; Reifschneider, 2008). Os programas de melhoramento de batata-doce estão cada vez mais empenhados em gerar novos materiais genéticos para o produtor,

já que a seleção e disponibilização de cultivares de batata-doce podem aumentar o potencial produtivo da cultura e a qualidade de raízes tuberosas (Vargas *et al.*, 2017).

A batata-doce é uma cultura alógama, hexaploide, apresenta 90 cromossomos e é propagada, majoritariamente, por via assexuada. Porém, as sementes botânicas são de extrema importância para o desenvolvimento de novas cultivares nos programas de melhoramento genético da cultura, principalmente devido à baixa produção de sementes de muitos dos genótipos (Pereira, 2021).

A espécie direciona à polinização cruzada devido ao mecanismo de autoincompatibilidade presente na cultura. A autoincompatibilidade é uma estratégia realizada pela planta para evitar a autogamia, onde o pistilo reconhece e "rejeita" o autopólen ou o pólen de indivíduos geneticamente parecidos, evitando a endogamia e favorecendo a polinização cruzada (McCubbin; Kao, 2000). Além da autoincompatibilidade, são observados vários níveis de incompatibilidade cruzada na batata-doce (Mwanga *et al.*, 2017). Isso, juntamente com o elevado nível de ploidia e presença de alelismo múltiplo para diversos locos, resulta em alto grau de heterozigose na cultura.

A alta variabilidade genotípica e fenotípica encontrada na batata-doce, oriunda dos mecanismos citados acima, resulta em uma ampla gama de genótipos a serem avaliados e selecionados para o desenvolvimento de novas cultivares. Um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de batata-doce em todas as regiões do país, é a baixa produtividade média da cultura (14,55 t ha⁻¹) mesmo demonstrando alto potencial produtivo como encontrado por diversos autores (Amaro *et al.*, 2017; Otoboni *et al.*, 2020; Oliveira, *et al.*, 2022; Massem, *et al.*, 2022). Isso se dá pelo baixo nível tecnológico empregado pela maioria dos produtores e pela predominância no uso de variedades locais e não melhoradas (Silva, 2015).

Devido as novas oportunidades de mercado para a cultura da batata-doce, as pesquisas estão sendo direcionadas para a busca por novos materiais genéticos, buscando novas cultivares que agreguem valor ao produto de acordo com a versatilidade de uso e que atendam às demandas dos agricultores por aumento de produtividade resultando no desenvolvimento sustentável da produção de batata-doce no Brasil (Embrapa, 2016; 2017).

Existem, atualmente, apenas 49 cultivares de batata-doce registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, quantidade bem inferior à de outras hortaliças tuberosas como cenoura (*Daucus carota*) (336 cultivares registradas) e beterraba (*Beta vulgaris*) (86 cultivares registradas) (MAPA, 2023a), o que revela a necessidade da seleção de genótipos superiores para que seja possível alcançar o registro de novas cultivares da cultura.

2.4 REGISTRO E PROTEÇÃO DE CULTIVARES

Com o avanço do agronegócio brasileiro, as inovações na agricultura, como a inserção de novas cultivares, estão sendo cada vez mais exigidas. No entanto, o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas e que apresentem características de interesse para atender as demandas e exigências dos produtores e consumidores é um processo que requer tempo, dedicação, conhecimento e alto investimento financeiro (Moreira *et al.*, 2010).

Uma nova cultivar é oriunda de programas de melhoramento genético de qualquer gênero vegetal, e que seja claramente distinta de outras cultivares já conhecidas (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017). Para que cultivares geneticamente superiores cheguem até as áreas de produção agrícola são necessárias ações de transferência de tecnologia e um sistema organizado de produção, venda e distribuição de material propagativo de qualidade, sejam eles sementes, mudas ou propágulos, o que caracterizam ações de grande importância no processo pós-melhoramento (Faleiro; Farias Neto; Ribeiro Júnior, 2008).

Como forma de assegurar os direitos à propriedade intelectual às instituições de pesquisa, sejam elas públicas ou privadas, e habilitar a exploração comercial de sementes e mudas no território nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu, em 1997, mecanismos legais e regulatórios para proteção e registro de novas cultivares (Aviani; Machado, 2011).

A proteção de cultivares, amparada pela Lei nº 9.456/1997, intitulada Lei de Proteção de Cultivares - LPC, regulamentada pelo Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é coordenada pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) e tem

como princípio o fortalecimento e padronização dos direitos de propriedade intelectual aos obtentores. Mesmo sendo signatário da Ata da União para a Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV) de 1978, o Brasil estabelece um sistema próprio de proteção *sui generis* (Brasil, 1997; 2011).

A proteção dos direitos intelectuais sobre a cultivar é efetuada mediante a concessão de um certificado de proteção que tem duração de 15 anos, exceto para videiras e árvores frutíferas, florestais e ornamentais cuja duração da proteção é de 18 anos. Após este período, a cultivar entra em domínio público e pode ser explorada, produzida e comercializada sem qualquer restrição (Brasil, 2011). A LPC, em seu Art 10, estabelece algumas exceções ao direito do obtentor da cultivar protegida: I- reserva e plantio de sementes para uso próprio; II- uso da cultivar em programas de melhoramento; III- uso ou venda do produto da colheita, desde que não seja para fins de replantio; IV- produção para doação ou troca de sementes efetuadas por pequenos produtores rurais, conduzidos por órgãos públicos ou organizações não governamentais (Brasil, 1997; 2011).

Tem o direito à proteção, cultivares que sejam distintas, homogêneas e estáveis e que integrem a lista oficial de cultivares passíveis de proteção elaborada pelo MAPA. Além disso, são necessários requisitos como novidade e denominação própria. Para que uma cultivar seja considerada distinta, esta deve possuir características claras que permitam identificá-la como diferente das demais por margem mínima de descritores. É homogênea quando todas as plantas apresentam a mesma expressão da característica, mantendo um padrão uniforme e é estável quando os seus descritores se mantêm ao longo das gerações quando multiplicadas em cultivos sucessivos (Brasil, 2011; Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017).

Para comprovar que a cultivar apresenta os requisitos básicos para a proteção, é necessário a elaboração de testes de Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Esses testes possuem diretrizes específicas para cada espécie. Atualmente, os descritores publicados para as olerícolas, classe à qual pertence a cultura da batata-doce, são para as seguintes espécies: Abóbora (*Cucurbita* spp.), Alface (*Lactuca sativa*), Alho (*Allium sativum*), Batata-doce (*Ipomoea batatas*), Berinjela (*Solanum melongena*), Cebola (*Allium cepa*), Cenoura (*Dacus carota*), Coentro (*Coriandrum sativum*), Ervilha (*Pisum sativum*), Escarola (*Cichorium endivia*), Grão-de-bico (*Cicer*

arientinum), Lentilha (*Lens culinaris*), Melancia (*Citrullus lanatus*), Melão (*Cucumis melo*), Morango (*Fragaria* spp.), Pimentão/Pimenta (*Capsicum* spp.), Porongo (*Lagenaria siceraria*), Quiabo (*Abelmoschus esculentus*), Repolho (*Brassica oleracea*), Rúcula (*Eruca sativa*) e Tomate (*Solanum esculentum*) (MAPA, 2023c).

A LPC contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento tecnológico e econômico do país, modificando o modelo de geração de tecnologia principalmente na área de desenvolvimento de sementes já que, em seu Art 9, a LPC assegura o direito do obtentor de explorar comercialmente sua criação por meio de *royalties*, ficando vedada a exploração por terceiros. Nesse sentido, fica obrigatório aos usuários a aquisição de sementes e mudas de produtores ou comerciantes inscritos no Registro Nacional de Sementes e Mudas - Renasem (Aviani; Machado, 2011; Brasil, 1997; Leite; Campos, 2011).

No entanto, apesar da Lei de Proteção de Cultivares assegurar o direito de propriedade intelectual sobre a cultivar desenvolvida, esta não habilita o titular a produzir e comercializar o material genético. Para que uma cultivar seja comercializada no Brasil, ela precisa estar cadastrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O RNC é o cadastro de cultivares habilitadas para produção e comercialização de sementes e mudas certificadas e fiscalizadas em todo o território nacional e tem como objetivo, ordenar o mercado para resguardar o agricultor da venda indiscriminada de materiais não avaliados nas condições brasileiras (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017).

O RNC, fundamentado na antiga Lei de Sementes (Decreto nº 81.771, de 7 de junho de 1978), foi instituído pelo MAPA por meio da Portaria nº 527, de 30 de dezembro de 1997. Atualmente é regida pela Lei de Sementes e Mudas nº 10.711/2003, tendo princípio que a geração de novas cultivares se traduz em altas tecnologias transferidas para o agronegócio, indispensáveis ao sucesso deste, pelo aumento da produtividade agrícola e da qualidade dos insumos e dos produtos deles derivados. Porém, atualmente, a Portaria nº 538 se adequa à realidade e às necessidades atuais do setor nacional de sementes e se alinha com o Decreto nº 10.586/2020, novo regulamento da Lei de Sementes e Mudas, que criou oportunidades para a modernização da legislação por meio de normas

complementares. As novas regras para uso de sementes e mudas no país entraram em vigor em março de 2023 (MAPA, 2023d).

Para que uma cultivar seja registrada, esta precisa apresentar qualidade condizente com as exigências de mercado. Para isso, deve-se submetê-la previamente a ensaios para determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) (Carvalho; Bianchetti; Reifschneider, 2009). Entende-se por VCU o valor intrínseco da combinação das características agronômicas da cultivar com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e de consumo *in natura* (Aviani *et al.*, 2008).

Os ensaios de VCU são específicos para cada espécie e devem ser consultados no site do MAPA (MAPA, 2023b). Os requisitos mínimos para determinação do Valor de Cultivo e Uso estão relacionados com o número de locais, épocas e anos de experimentos para determinar o desempenho da cultivar (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017). Atualmente, existem diretrizes para execução de ensaios de VCU para 23 espécies. Dentre as hortaliças, foram estabelecidas normas apenas para a cultura da batata. Para as espécies que ainda não tenham sido disponibilizadas normas, como no caso da batata-doce, o pedido de inclusão no RNC deve ser encaminhado separadamente para cada cultivar, mediante o preenchimento de formulário específico (“Outras espécies”), disponível no site do MAPA (MAPA, 2023b).

Para que o genótipo candidato à cultivar expresse seu valor intrínseco da combinação das características agronômicas, os ensaios de VCU devem ser realizados por pelo menos dois anos e em diferentes locais, para que assim, seja possível avaliar a interação genótipo x ambiente e estimar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica do genótipo, parte essencial no desenvolvimento de novas cultivares comerciais.

2.5 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA

A primeira estratégia em um programa de melhoramento genético vegetal é definir se o objetivo é o desenvolvimento de novas cultivares produtivas em um amplo espectro de ambientes ou de uma cultivar altamente adaptada a ambientes específicos, visto que, a resposta fenotípica de cada genótipo às

variações ambientais é, em geral, diferente (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017).

O ambiente pode ser definido como uma série de condições sob as quais as plantas estão cultivadas. Já o genótipo, é a composição genética de um indivíduo cuja expressão fenotípica depende das circunstâncias ambientais que atuam no seu desenvolvimento (Romagosa; Fox, 1993; Gul *et al.*, 2016). Dessa forma, o fenótipo (F) é o resultado da ação do genótipo (G), do ambiente (E) e da interação Genótipo x Ambiente (GxE), ou seja, $F = G + A + G \times E$ (Cruz; Regazzi, 1994).

É de extrema importância avaliar os efeitos da interação genótipo x ambiente, já que este é o principal desafio dos melhoristas, visto que a GxE torna imprevisível o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais, dificultando a seleção e recomendação de materiais genéticos superiores. No processo de avaliação da interação, podem ser encontradas três situações: ausência de interação, interação simples e interação complexa. Na ausência da interação GxE, o ambiente promove a mesma alteração em dois genótipos quando cultivados em dois ambientes diferentes; na interação simples, embora ocorra aumento de produção em um dos genótipos, não há mudança no ranque; já na interação complexa, ocorre alteração na produção e mudança no ranque, onde um genótipo que é superior em um ambiente, não será em outro (Borém; Miranda, 2013).

Somente estudos sobre a interação GxE não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo nas variações ambientais (CRUZ; REGAZZI, 2001). Dessa forma, existem metodologias que podem amenizar os efeitos da interação GxE. Dentre elas, encontra-se a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados.

A adaptabilidade e estabilidade de uma cultivar dependem da sua constituição genética, ou seja, do número de genes que a constituem e da heterozigose desses genes. A adaptabilidade de uma cultivar refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações do ambiente. Já a estabilidade, refere-se à capacidade do genótipo em apresentar-se altamente previsível mesmo com as variações ambientais. Uma cultivar deve apresentar alta produtividade em diferentes condições ambientais e ao mesmo tempo, manter a estabilidade de produção (Borém, Miranda, Fritsche-Neto, 2017).

De forma geral, os genótipos devem apresentar características que o façam responder bem aos fatores limitantes do ambiente e paralelamente, usufruir dos fatores favoráveis (Lin; Binns, 1988). A partir da avaliação da adaptabilidade e estabilidade pode-se selecionar genótipos que apresentem adaptação ampla ou específica para determinada região, identificar o nível de estresse nos ambientes que foram avaliados e também, determinar o número ideal de genótipos e ambientes a serem avaliados (Arantes, 2013), tornando-se assim, uma estratégia primordial na seleção de indivíduos promissores.

Escolher a metodologia ideal para realizar as análises de adaptabilidade e estabilidade é de extrema importância dentro de um programa de melhoramento genético, principalmente voltado à seleção de genótipos superiores e obtenção de novas cultivares. Vários métodos foram descritos para realizar a avaliação da interação GxE e determinação da adaptabilidade e estabilidade fenotípicas (Pereira *et al.*, 2009).

Estudos de interação GxE e adaptabilidade e estabilidade em batata-doce são escassos no Brasil, porém de grande importância, pois assim como em outras culturas, permitem maximizar o desempenho dos genótipos em diferentes ambientes, explorando assim, a interação GxE. Foram verificados estudos de adaptabilidade e estabilidade com a cultura da batata-doce com as metodologias de Lin e Binns (1988), método de Centróide (Rocha *et al.*, 2005), metodologia de Carneiro (1998) e modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa (AMMI) (Mandel, 1971) (Barreto *et al.*, 2011; Amorin *et al.*, 2011; Morais, 2015; Otoboni *et al.*, 2022).

Devido à escassez desses estudos, testar novas metodologias de adaptabilidade e estabilidade podem gerar avanços significativos para a cultura da batata-doce. Dentre elas, a metodologia da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG) e a metodologia baseada na regressão bissegmentada proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) podem ser alternativas promissoras.

A metodologia MHPRVG possibilita a seleção de indivíduos com maiores valores de produtividade, considerando simultaneamente os atributos de adaptabilidade e estabilidade genotípicas. Isso é possível pelo fato da metodologia considerar os efeitos genotípicos como aleatórios, fornecendo adaptabilidade e estabilidade genotípica e não fenotípica; permitir utilizar dados

desbalanceados e delineamentos não ortogonais; permitir lidar com heterogeneidade de variâncias; permitir considerar erros correlacionados dentro de locais; fornecer valores genéticos já descontados da instabilidade; ser aplicado com qualquer número de ambientes; permitir considerar a estabilidade e adaptabilidade na seleção de indivíduos dentro de progênie e gerar resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado (Resende, 2004). A metodologia MHPRVG já foi utilizada em outras olerícolas como mandioca (Andrade *et al.*, 2023), berinjela (Silva *et al.*, 2022; Valadares *et al.*, 2022) e morango (Chiomento *et al.*, 2023).

Além de metodologias baseadas em modelos mistos, como é o caso de MHPRVG, as metodologias que se baseiam em análises de regressão, estão entre as mais usadas para a análise de estabilidade (Silva, 2019). Diante disso, a metodologia de regressão linear bissegmentada, proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) vêm sendo amplamente utilizada por várias instituições de melhoramento no Brasil e no exterior (Borém; Miranda, 2009). Nessa metodologia, considera-se como genótipo ideal aquele que apresente média elevada nas características de interesse, alta estabilidade, pouca sensibilidade às condições adversas dos ambientes desfavoráveis e que seja capaz de responder de forma satisfatória à melhoria das condições ambientais. Dessa forma, são desejáveis genótipos que apresentem baixos valores de β_1 associados à elevados valores de $\beta_1 + \beta_2$ (Yokomizo; Santos, 2018).

Associar duas ou mais metodologias dentro do estudo de adaptabilidade e estabilidade, garante ao melhorista um maior respaldo na seleção de genótipos realmente superiores aos demais, podendo predizer, com maior confiabilidade, os melhores genótipos a serem lançados como novas cultivares comerciais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE BATATA-DOCE DA UNESP

O programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp teve início no ano de 2017. Até então, um programa de melhoramento genético da cultura, com vistas à obtenção de novas cultivares com altos teores de betacaroteno a partir de uma população elite era algo inédito no país. O programa trouxe consigo, além do objetivo de desenvolver uma nova cultivar de batata-doce para as condições edafoclimáticas do estado de São Paulo, uma oportunidade para reduzir e/ou erradicar a hipovitaminose A na população mais carente do estado e até mesmo do Brasil.

Inicialmente, o programa baseou-se no método denominado *Accelerated Breeding Scheme* (Grüneberg *et al.*, 2009), desenvolvido pelo *International Potato Center* (CIP), com sede em Lima, Peru, que possui o maior centro de pesquisas com batata-doce do mundo. O método possibilita o uso de vários locais de seleção, afim de que seja possível minimizar o número de repetições necessárias no experimento. Essa metodologia também vêm sendo utilizada nas sub-sedes do *International Potato Center*, como em Moçambique, na África.

Dessa forma, no ano de 2018, sementes de batata-doce oriundas de Moçambique, foram introduzidas no Brasil. Esses genótipos foram obtidos por meio de um campo de cruzamentos não controlados (*polycross*) de uma população elite (parentais) de batata-doce, do programa de melhoramento genético de batata-doce do *International Potato Center* para o continente Africano.

Nas primeiras fases do programa no Brasil, a seleção foi realizada com base no método de seleção recorrente simultaneamente para seleção de clones superiores. Diversos genótipos demonstraram-se potencialmente promissores, aliando altas produtividades à características desejáveis de pele e polpa, alguns deles não somente de polpa alaranjada, mas também brancas e cremes, devido a poliploidia e alelismo múltiplos para alguns locos que ocorre na espécie. Inicialmente, foram avaliados 265 genótipos de batata-doce nos municípios de Vera Cruz-SP, Selviria-MS e em dois ambientes no município de Sete Barras-

SP (um em sistema de produção orgânico e outro em ambiente consorciado com bananeira e palmito pupunha) (Otoboni *et al.*, 2020; Otoboni *et al.*, 2022). Destes genótipos, 50 foram selecionados como os mais promissores no primeiro ciclo de seleção. Posteriormente, foi realizado o segundo ciclo de seleção, desta vez no município de Vera Cruz-SP e Jaboticabal-SP, onde foram selecionados 13 genótipos potencialmente promissores, os quais fizeram parte do presente trabalho.

3.2 MATERIAL

Foram avaliados 13 genótipos avançados de batata-doce pertencentes ao programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp (Tabela 1).

Tabela 1 - Identificação dos genótipos, código de identificação, coloração da polpa das raízes tuberosas e parental materno de 13 genótipos avançados de batata-doce. Ilha Solteira-SP, 2023.

Genótipos	Código de identificação	Coloração de polpa	Parental Materno
1	CERAT21-06	Laranja	MUSG014065-8
2	CERAT21-21	Laranja	MUSG014065-8
3	CERAT24-04	Laranja	MUSG014015-12
4	CERAT25-27	Laranja	MUSG15021-12
5	CERAT31-01	Laranja	MUSG012046-12
6	CERAT31-12	Laranja	MUSG012046-12
7	CERAT31-22	Laranja	MUSG012046-12
8	CERAT52-23	Laranja	MCKSGL13002-779
9	CERAT55-20	Laranja	MCKSG13003-1295
10	CERAT56-23	Laranja	MCKSGL13004-1476
11	CERAT60-05	Laranja	MGS11003-3
12	CERAT60-07	Amarela	MGS11003-3
13	CERAT60-26	Branca	MGS11003-3

Fonte: Próprio autor.

Inicialmente, o objetivo do programa era a seleção de genótipos de coloração alaranjada com alto teor de betacaroteno, porém, devido aos genótipos de coloração branca e amarela demonstrarem-se altamente promissores com relação ao rendimento, o atual objetivo do programa é, além de selecionar genótipos de batata-doce de polpa alaranjada para o consumo domiciliar, também selecionar genótipos independentemente da coloração com

elevados teores de massa seca para a indústria alimentícia e de produção de etanol, visto que este é um segmento que vem demonstrando perspectivas de altas na cultura da batata-doce.

Todos os genótipos (Tabela 1) fizeram parte do teste de Distinguíbilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) visando a proteção de cultivares e ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) visando o registro nacional de cultivares. O nome CERAT, presente no código de identificação dos genótipos, faz referência ao Centro de Raízes e Amidos Tropicais da Unesp, com sede no município de Botucatu-SP, um dos parceiros para a realização deste trabalho.

3.3 TESTE DE DISTINGUIBILIDADE, HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE (DHE)

Visando a proteção de cultivares, foi realizado o teste de Distinguíbilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) nos 13 genótipos citados anteriormente (Tabela 1). Optou-se por realizar o teste de DHE em todos os genótipos por questões de viabilidade técnica operacional, possibilitando o avanço do presente programa de melhoramento genético de batata-doce por já realizar a caracterização morfológica de todos, porém, só serão expostos os resultados dos genótipos passíveis de lançamento. Adicionalmente, seguindo exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para execução dos testes de DHE de cultivares de batata-doce (Mapa, 2020), foram avaliadas seis cultivares comerciais, sendo elas: Beauregard, Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa, BRS Amelia, BRS Rubissol e BRS Gaita, totalizando 19 tratamentos.

De acordo com as diretrizes do MAPA, deve ser incluída nos testes no mínimo uma cultivar comercial (testemunha) que pertença ao mesmo grupo ou que apresente características similares à cultivar candidata à proteção. Além disso, recomenda-se a inclusão das cultivares exemplos indicadas na tabela de descritores mínimos (MAPA, 2020). Nesse sentido, a cultivar Beauregard foi utilizada como testemunha por ser a cultivar de polpa alaranjada mais cultivada e comercializada no Brasil. Já a cultivar BRS Gaita foi selecionada para compor o teste devido a sua dupla aptidão, podendo ser utilizada na alimentação humana ou animal e na produção de etanol. Ambas foram escolhidas devido as finalidades de seleção do presente trabalho: raízes tuberosas de polpa

alaranjada voltadas para o consumo domiciliar e raízes tuberosas de batata-doce voltadas para a produção de etanol, independentemente da coloração de polpa.

A cultivar Beauregard apresenta ciclo vegetativo de 120 a 150 dias, raízes tuberosas alongadas, uniforme, do tipo elíptico, com casca vermelho arroxeada e superfície lisa. Possui polpa alaranjada intensa, demonstrando conteúdo significativo de betacaroteno podendo chegar a 115 miligramas por quilo de raiz crua. No entanto, é uma cultivar com baixo teor de massa seca, o que não agrada o paladar do consumidor brasileiro. O rendimento varia entre 23 e 29 t ha⁻¹ (Silva *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2013; Cecilio Filho *et al.*, 2016).

A cultivar BRS Gaita pode ser utilizada na produção de biocombustível e alimentação humana e animal. Apresenta folhas grandes, de coloração verde e formato cordiforme. A raiz é alongada, com coloração de pele e polpa creme e demonstra expressiva quantidade de amido (média de 26,50g/100g) o que é um fator importante na produção de etanol. Em condições ideais de cultivo alcança produtividades de até 75 t ha⁻¹ (Castro *et al.*, 2018).

As demais cultivares: Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa, BRS Amelia e BRS Rubissol compuseram o teste de DHE por estarem indicadas como cultivares exemplos na tabela de descritores mínimos (MAPA, 2020).

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (Unidade Pomar) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, durante o período de outubro de 2021 a março de 2022. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas de 20°25'35" de latitude Sul, 51°21'31" de longitude oeste numa altitude de 371 metros. O clima da região é classificado como Aw, segundo o sistema Köppen, apresentando chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação média anual em torno de 1316 mm, distribuídas entre os meses de outubro e março. Os dados de temperatura média anual são de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 60% a 80% (CLIMATE-DATA.ORG, 2020). O solo do local é classificado como "Typic Hapludult" (Argissolo vermelho eutrófico) (Santos *et al.*, 2018).

O preparo do solo foi realizado de forma convencional sendo levantadas leiras de 40 cm de altura com espaçamento de 1 m entre linhas. Foi realizada adubação de plantio conjuntamente com o preparo do solo a fim de incorporá-lo, utilizando-se 357 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16 (N-P-K), suplementando com 105 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl).

Para a instalação do experimento, foram utilizadas ramas de batata-doce com média de 30 cm e 8 a 10 nós, exceto para as cultivares BRS Amélia e Beauregard. Estas, foram propagadas por meio de mini-estacas compostas por dois nós em bandejas de 128 células, sendo cada mini-estaca retirada dos terços médio e superior das ramas pois não apresentaram comprimento de ramas suficiente para a instalação do teste de DHE, sendo necessário a multiplicação por mini-estacas. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação com irrigação diária. As demais cultivares foram multiplicadas em vasos de cinco litros preenchidos com composto vegetal e também mantidos em casa de vegetação com irrigação diária. Nesse caso, as ramas foram retiradas do ápice das plantas. Com exceção da cultivar Brazlândia Branca que foi multiplicada em Ilha Solteira-SP, as mudas foram multiplicadas no município de Jaboticabal-SP, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP (Figura 1).

Figura 1 – Multiplicação dos genótipos de batata-doce em vasos de cinco litros, no município de Jaboticabal-SP, no ano de 2021.



Fonte: Darllan Junior Luiz Santos Ferreira de Oliveira (2021).

Quando atingiram o tamanho ideal, as mudas foram coletadas e transportadas até o município de Ilha Solteira-SP, local de instalação do ensaio de Distinguibilidade Homogeneidade e Estabilidade. O plantio foi realizado no dia 23 de Outubro de 2021 (Figura 2). Foi adotado delineamento em blocos casualizados com três repetições. As diretrizes do MAPA (2020) informam que

devem ser plantadas ao menos 50 plantas de cada genótipo, sendo avaliadas pelo menos 30. Nesse sentido, cada parcela experimental contou com uma leira única com 17 plantas, totalizando 51 plantas por genótipo. As parcelas foram compostas por seis metros, com espaçamento de 0,35 m entre plantas.

Figura 2 – Adubação com N-P-K (A), adubação complementar com Cloreto de Potássio (B), instalação (C) e plantio (D) do ensaio de Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) de genótipos de batata-doce, no município de Ilha Solteira-SP, no ano de 2021.



(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: Próprio autor.

Aos 32 dias após o plantio foi realizada adubação de cobertura com 24 kg ha⁻¹ de Nitrogênio na forma de ureia. Conjuntamente, para o controle de plantas invasoras, foi realizada capina manual nas entrelinhas e linhas de plantio. Foi utilizada irrigação durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, sendo esta, realizada por meio de um sistema fixo de irrigação por aspersão (Figura 3).

Figura 3 – Irrigação por aspersão (à esquerda) e condução do experimento após capina manual (à direita). Ilha Solteira-SP, 2024.



Fonte: Próprio autor.

3.3.1 Descritores morfológicos avaliados

Ao total, foram avaliados 23 caracteres morfológicos, sendo divididos em 17 caracteres de parte aérea e seis de raízes tuberosas. Nas diretrizes para execução dos testes de DHE para a cultura da batata-doce, cada caractere possui um código de descrição com cada cultivar testemunha para que seja possível comparar com os genótipos em estudo, sendo atribuído uma nota conforme descrito nos Apêndices A e B. As avaliações foram realizadas de acordo com as diretrizes de execução dos testes de DHE para a cultura da batata-doce (MAPA, 2020) em conjunto com a caracterização morfológica proposta por Huamán (1992).

Para as avaliações, foram utilizadas 30 plantas, ou parte de 30 plantas, por genótipo, conforme estabelecido pelas diretrizes. Dessa forma, optou-se por avaliar dez plantas de cada um dos três blocos, para que fosse possível identificar se existiram variações conforme as repetições. As avaliações de parte aérea foram iniciadas aos 107 dias após o plantio. Embora esteja descrito nas

diretrizes que o estágio ótimo de desenvolvimento para avaliação das características vegetativas é de 90 dias após o plantio devido ao pleno desenvolvimento vegetativo, esta ficou impossibilitada por conta das altas precipitações ocorridas no final do mês de janeiro de 2022 no município de Ilha Solteira-SP, o que impediu as avaliações neste período.

Foram avaliadas as seguintes características vegetativas (parte aérea):

- Hábito de crescimento da planta: medido o comprimento total da rama da base em contato com o solo até a extremidade apical da rama principal ou da rama secundária mais longa (mensurado com o auxílio de fita métrica);
- Comprimento do entrenó do caule: medido na região intermediária da rama principal ou da rama secundária mais longa (mensurado por meio do uso de paquímetro digital);
- Diâmetro do entrenó do caule: medido na região intermediária da rama principal ou da rama secundária mais longa (mensurado por meio do uso de paquímetro digital);
- Pigmentação antocianínica no entrenó do caule (A intensidade da coloração antocianínica no entrenó foi observada na região intermediária da rama principal ou rama secundária mais longa);
 - Pigmentação antocianínica da brotação inicial do caule;
 - Coloração antocianínica no nó do caule;
 - Pubescência na brotação inicial do caule;
 - Pigmentação antocianínica do pecíolo;
 - Comprimento do pecíolo (mensurado com o auxílio de fita métrica);
 - Cor principal na face superior da folha jovem;
 - Número de lóbulos da folha;
 - Formato do lóbulo da folha (somente para cultivares sem presença de lóbulo);
 - Profundidade do lóbulo da folha (somente para cultivares com presença de lóbulo);
 - Cor da folha (excluindo a pigmentação antocianínica);
 - Pigmentação antocianínica na face superior da folha;
 - Extensão da pigmentação antocianínica nas veias da face inferior da folha e;
 - Coloração antocianínica nas veias inferiores da folha.

A colheita e avaliação das raízes tuberosas foi realizada aos 128 dias após o plantio, sendo avaliadas:

- Formato de raiz tuberosa;
- Cor principal da pele da raiz tuberosa;
- Cor secundária da pele da raiz tuberosa;
- Cor principal da polpa da raiz tuberosa;
- Cor secundária da polpa da raiz tuberosa e;
- Profundidade dos olhos da raiz tuberosa.

A caracterização morfológica dos genótipos foi realizada por apenas um avaliador, visando minimizar a subjetividade da avaliação e para que fosse mantido um padrão para todos os genótipos do início ao fim das avaliações.

3.4 ENSAIOS DE VALOR DE CULTIVO E USO (VCU)

Não consta no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) requisitos de ensaios de Valor de Cultivo de Uso para a cultura da batata-doce. Nesse caso, recomenda-se que sejam realizados ensaios de adaptação. Esses ensaios são realizados a critério do requerente, tanto em relação aos locais, quantos aos anos e delineamentos experimentais. Dessa forma, baseado nos requisitos de VCUs de outras culturas, foram realizados, no presente trabalho, nove ensaios de Valor de Cultivo e Uso, sendo três locais (Ilha Solteira-SP, Jaboticabal-SP e São Manuel-SP) e três épocas de plantio em cada local (Dezembro/2021 (época 1), Fevereiro/2022 (época 2) e Abril/2022 (época 3)).

Ilha Solteira é um município brasileiro localizado no interior do estado de São Paulo, na região Noroeste Paulista. A cidade localiza-se na margem do rio Paraná, logo abaixo da confluência com o rio São José de Dourados. A área experimental utilizada pertence à Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (Unidade Pomar) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP) e está localizada nas coordenadas geográficas de 20°25'35" de latitude Sul, 51°21'31" de longitude oeste numa altitude de 371 metros. O clima da região é classificado como Aw, segundo o sistema Köppen, apresentando chuvas no verão e seca no

inverno, com precipitação média anual em torno de 1316 mm, distribuídas entre os meses de outubro e março. Os dados de temperatura média anual são de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 60% a 80% (CLIMATE-DATA.ORG, 2020). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, A moderado, textura argilosa, relevo plano e suave ondulado (Rossi, 2017).

Jaboticabal está localizada no estado de São Paulo. A área experimental utilizada pertence à Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP) e está localizada a 21°14'58" de latitude sul, 48°17'11" de longitude oeste e altitude aproximada de 575 metros. O clima da região é classificado como Aw, pelo sistema de Köppen, com precipitação média entre 1.100 mm a 1.700 mm anuais e temperaturas médias do mês mais quente 22°C e do mês mais frio 18°C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro eutroférico muito argiloso e relevo suavemente ondulado (Embrapa, 2006).

São Manuel é um município localizado no estado de São Paulo e a área experimental utilizada no presente trabalho pertence à Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP), localizada a 22°44'28" de latitude sul, 48°34'37" de longitude oeste e altitude de 740 m. O clima do município é considerado como Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido (Cunha; Martins, 2009), o que também contribui para a caracterização do solo e da vegetação típicas, correspondente a uma região de transição entre dois biomas: Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e Cerrado. De acordo com os critérios da Embrapa (2006), o solo é caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. São Manuel tem uma temperatura média de 21,0°C e pluviosidade média anual de 1338 mm.

O preparo do solo, em todas as áreas e épocas de plantio, foi realizado de forma convencional sendo levantadas leiras de 40 cm de altura com espaçamento de 1 m entre linhas. As adubações de plantio e cobertura foram realizadas conforme o recomendado para a cultura (Raij *et al.*, 1996). O mesmo ocorreu com os tratos culturais.

Foram avaliados os 13 genótipos pertencentes ao programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp (Tabela 1) e duas cultivares comerciais: cultivar Beauregard, devido a coloração de polpa alaranjada e cultivar BRS Gaita devido a dupla aptidão, podendo ser utilizada tanto para o

consumo domiciliar quando destinada à indústria alimentícia ou de produção de etanol. Para o plantio, foram utilizadas ramas de batata-doce com média de 30 cm e que apresentavam de 8 a 10 nós. Foi adotado delineamento em blocos casualizados com três repetições e parcela experimental de três metros, composta por nove plantas espaçadas em 0,33 m.

Os plantios em Ilha Solteira-SP ocorreram nos dias: 11 de dezembro de 2021 (Ambiente 1), 22 de fevereiro de 2022 (Ambiente 2) e 30 de abril de 2022 (Ambiente 3). No município de Jaboticabal-SP, os plantios se deram nos dias 17 de dezembro de 2021 (Ambiente 4), 21 de fevereiro de 2022 (Ambiente 5) e 02 de abril de 2022 (Ambiente 6). Em São Manuel-SP, os plantios ocorreram em 20 de dezembro de 2021 (Ambiente 7), 24 de fevereiro de 2022 (Ambiente 8) e 06 de abril de 2022 (Ambiente 9).

Em todos os ambientes, procedeu-se com a colheita aos 120 dias após o plantio, sendo avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- a) PT (Produtividade total das raízes tuberosas): massa de todas as raízes tuberosas colhidas na parcela e convertidas para $t\ ha^{-1}$;
- b) PC (Produtividade comercial de raízes tuberosas): massa de todas as raízes tuberosas acima de 80 g colhidas na parcela e convertidas para $t\ ha^{-1}$;
- c) NRT (Número de raízes tuberosas totais em milhares): número de raízes tuberosas por planta colhidas na parcela e convertidas para ha^{-1} ;
- d) NRC (Número de raízes tuberosas comerciais em milhares): número de raízes tuberosas por planta colhidas na parcela com massa acima de 80 g e convertidas para ha^{-1} ;
- e) MR (Massa média de raízes tuberosas): obtido pela fórmula (PT / NRT) ;
- f) MRC (Massa média de raízes tuberosas comerciais): obtido pela fórmula (PC / NRC) ;
- g) TMS (Teor de massa seca das raízes tuberosas): amostras de raízes tuberosas foram secas em estufa a $65^{\circ}C$ durante 72 horas para determinação de massa seca, posteriormente foi aplicada a fórmula $(Massa\ Seca \times 100) / Massa\ Fresca$. Usado apenas para calcular a produtividade de massa seca das raízes (PMS);
- h) PMS (Produtividade de massa seca das raízes tuberosas): obtido pela fórmula $(PT \times TMS) / 100$ e convertido para $t\ ha^{-1}$.

3.4.1 Análises estatísticas

Os dados das características foram submetidos a uma análise de variância individual por local e, posteriormente, à análise de variância conjunta considerando os nove ambientes. A relação entre o maior e menor quadrado médio foi de 4,62, resultado este menor que 7, indicando ser possível prosseguir com a análise de variância conjunta. As análises foram realizadas no programa estatístico Genes (Cruz, 2013). A análise conjunta foi baseada no seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B/A_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} : valor observado do i-ésimo genótipo, no j-ésimo ambiente e k-ésimo bloco;

μ : média geral dos ensaios;

G_i : efeito do i-ésimo genótipo;

A_j : efeito do j-ésimo ambiente;

GA_{ij} : efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;

B/A_{jk} : efeito aleatório do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente;

ε_{ijk} : erro aleatório.

Na análise conjunta dos dados foi verificada a interação Genótipo x Ambiente (G x A) pelas Esperanças do Quadrado Médio E(QM), considerando o efeito dos Genótipos como fixos e Blocos, Ambiente, Resíduo e G x A como aleatórios, conforme proposto por Cruz, Regazzi e Carneiro (2004).

Tabela 2 - Esquematização do resumo de análise de variância conjunta adotada e esperanças dos quadrados médios (adotando genótipo como fixo e blocos, ambiente, resíduo e GxE como aleatórios).

FV	GL	E(QM)
Blocos/Ambiente	e(r-1)	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Ambiente (E)	e-1	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr\sigma_e^2$
Genótipo (G)	g-1	$\sigma^2 + r\ell\sigma_{ge}^2 + ar\phi_g$
G x E	(e-1)(g-1)	$\sigma^2 + r\ell\sigma_{ge}^2$
Resíduo	e(r-1)(g-1)	σ^2
TOTAL	egr-1	

$$\ell = g/(g - 1)$$

e = ambiente

r = repetição

σ^2 = variância

Fonte: Adaptado de Cruz, Regazzi e Carneiro (2004).

De posse das análises de variância individuais e conjuntas, e após identificar a interação genótipo x ambiente, procedeu-se com a análise de adaptabilidade e estabilidade. Não é usual realizar estudos de adaptabilidade e estabilidade com muitas características agronômicas pois isso pode dificultar uma seleção assertiva. Desse modo, foi realizada a correlação genotípica e fenotípica para identificar as características que melhor representassem o conjunto de caracteres avaliados para prosseguir com as análises de adaptabilidade e estabilidade. Nesse sentido, as análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas apenas com as duas características principais, PC e PMS.

Optou-se por produtividade comercial por conta dos objetivos do estudo: selecionar genótipos altamente produtivos e adaptados aos ambientes em questão. Embora a seleção não seja apenas para o consumo domiciliar das raízes tuberosas, não utilizou-se produtividade total como característica principal por apresentar alta correlação com produtividade comercial de raízes tuberosas como já observado por outros autores na cultura da batata-doce (Lopes *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2022). Já produtividade de massa seca das raízes tuberosas foi escolhida por questões de paladar do consumidor brasileiro, que buscam batatas-doces mais encorpadas, com maiores teores de massa seca. Além

disso, para que um material possa ser destinado à indústria, este deve apresentar quantidades significativas de massa seca.

Inicialmente, para o estudo de adaptabilidade e estabilidade, foi utilizada a metodologia da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG). Foi utilizado o software Selegen REML/BLUP (Resende, 2016), modelo 54 (delineamentos em blocos completos, vários locais, uma observação por parcela). Nessa metodologia, a Média Harmônica dos Valores Genotípicos corresponde a estabilidade dos genótipos nos locais (MHVG), a Performance Relativa dos Valores Genotípicos em relação à média de cada local está relacionada com a adaptabilidade (PRVG), enquanto a adaptabilidade e estabilidade, simultaneamente, corresponde à Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG). Assim, o modelo estatístico utilizado foi:

$$y = X_r + Z_g + W_i + e$$

Em que:

y : é o vetor de dados;

r : é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;

g : é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

i : é o vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios);

e : é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). X , Z e W representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Apesar de ser eficiente para a seleção, a metodologia MHPRVG não descreve o comportamento do material. Dessa forma, concomitantemente, foi realizada a adaptabilidade e estabilidade baseada na regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para conhecer o comportamento dos materiais selecionados. Essa metodologia avalia, separadamente, a resposta dos genótipos em ambientes favoráveis e desfavoráveis

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_{1i}I_j + \beta_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ;

β_0 : média geral do genótipo i ;

β_{1i} : coeficiente linear de regressão para o genótipo i nos ambientes desfavoráveis;

I_j : índice ambiental;

β_{2i} : coeficiente linear de regressão para o genótipo i nos ambientes favoráveis;

$T(I_j)$: variável independente, definida como:

$T(I_j)$: 0 se $I_j < 0$;

$T(I_j)$: $I_j - I$ se $I_j > 0$

δ_{ij} : desvio da regressão;

ε_{ij} : erro experimental médio.

Após realizar todas as análises, foi adotado como critério de seleção os genótipos que apresentaram bons resultados em caracteres qualitativos de raiz observados por meio do teste de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE), que superaram, em média, nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) a melhor testemunha pela metodologia da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG) e que demonstraram comportamento favorável pela metodologia de regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), ou seja, β_1 menor ou próximo de 1, $\beta_1 + \beta_2 \geq 1$ e $R^2\%$ próximo ou acima de 80%. Dessa forma, todos os genótipos que atenderam esses requisitos, são passíveis de lançamento como novas cultivares comerciais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTUDO DE CARACTERES E INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE (GXE)

Os resultados das estimativas de parâmetros genéticos e da análise de variância conjunta, considerando os nove ambientes estudados, estão descritos na Tabela 3. Vale reiterar que, assim como citado anteriormente, a razão entre o maior e o menor valor do quadrado médio do resíduo foi inferior a sete, o que, segundo Cruz e Regazzi (1997), é o limite que possibilita a análise de forma conjunta dos experimentos.

Tabela 3. Análise conjunta e estimativas de parâmetros genéticos em caracteres agrônômicos de genótipos avançados de batata-doce. Ilha Solteira-SP, 2024.

FV/PG	GL	Quadrado médio						
		PT	PC	NR	NRC	MR	MRC	PMS
Bloc/Amb	18	2,71	3,30	3886,86	690,29	0,003	0,008	0,53
Genótipos	14	1701,79**	1470,44**	62811,30**	25119,52**	0,07**	0,09**	104,88**
Ambiente	9	3697,96**	3265,22**	88116,04**	45335,80**	0,05**	0,15**	266,49**
GxE	112	232,31**	215,12**	9102,32**	3977,13**	0,01**	0,03**	37,27**
Resíduo	252	2,75	3,04	1608,47	610,80	0,01	0,01	0,82
Média		18,60	15,57	128,00	65,86	0,146	0,224	4,81
σ_g		54,42	46,49	1989,22	783,05	0,002	0,003	2,50
σ_{gxe}		71,42	65,98	2331,42	1047,30	0,003	0,005	11,34
σ_e^2		2,74	3,04	1608,47	610,80	0,005	0,011	0,82
h^2		0,86	0,85	0,85	0,84	0,78	0,72	0,64
$CV_g\%$		39,66	43,80	34,84	42,49	30,13	22,60	32,91
$CV_e\%$		8,91	11,21	31,33	37,53	48,81	45,98	18,80
$CV_r\%$		4,45	3,91	1,11	1,13	0,62	0,49	1,75

PT: Produtividade total de raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$); PC: Produtividade comercial de raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$); NR: Número de raízes totais tuberosas (em milhares ha^{-1}); NRC: Número de raízes tuberosas comerciais (em milhares ha^{-1}); MR: Massa média de raízes tuberosas (kg); MRC: Massa média de raízes tuberosas comerciais (kg); PMS: Produtividade de massa seca das raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$); σ_g : componente quadrático genotípico; σ_{gxe} : variância da interação; σ_e^2 : variância ambiental; h^2 : herdabilidade; $CV_g\%$: coeficiente de variação genotípico; $CV_e\%$: coeficiente de variação experimental; $CV_r\%$: coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e). Fonte: Próprio autor.

A média em produtividade total de raízes tuberosas (PT) foi de 18,60 $t\ ha^{-1}$, média essa, acima da nacional (14,55 $t\ ha^{-1}$) (IBGE, 2023). Em produtividade

comercial das raízes tuberosas (PC), observou-se média de 15,57 t ha⁻¹. Esses valores são próximos aos observados por Silva *et al.* (2018) que avaliando 45 clones de batata-doce no município de Rio Largo - AL verificaram média de 15,67 t ha⁻¹ em PT e 15,08 t ha⁻¹ em PC. Em produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS) a média observada foi de 4,81 t ha⁻¹, inferior à encontrada por Santos Neto (2017) que avaliando três clones de batata-doce no município de São Cristóvão-SE observou média de PMS de 12,55 t ha⁻¹.

Os coeficientes de variações ambientais ($CV_e\%$) variaram de 8,91 (PT) a 48,81 (MR) (Tabela 3). Quando avaliadas as principais características, produtividade comercial das raízes tuberosas (PC) e produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS) é possível observar boa precisão experimental, com resultados de $CV_e\%$ de 11,21 (PC) e 18,80 (PMS) (Tabela 3). Valores próximos foram observados por Souza *et al.* (2019) e Oldoni *et al.* (2020). Coeficientes de variação experimental inferiores a 10% são considerados baixos e entre 10 a 20% são considerados médios (Pimentel-Gomes, 1987). Vale ressaltar que todas as características em questão são de natureza quantitativa e, por isso, estão sujeitas às variações ambientais. A suscetibilidade das variáveis quantitativas de genótipos de batata-doce aos efeitos ambientais, têm sido frequentemente observada por diversos autores (Cardoso *et al.*, 2005; Andrade Júnior *et al.*, 2009; Azevedo *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2022).

Embora alguns CV_e tenham sido altos, as estimativas dos coeficientes de variação genotípico (CV_g) foram bastante promissoras, demonstrando aspectos favoráveis para a seleção. Em PT, PC e PMS observou-se CV_g altamente superior à CV_e . Em NR, NRC o CV_g também foi superior ao CV_e porém, com menor magnitude de variação (Tabela 3).

Os genótipos apresentaram comportamento diferenciado nos ambientes avaliados ($p \leq 0,01$) para todos os caracteres, indicando que o ambiente influenciou na expressão fenotípica dessas características (Tabela 3). O efeito significativo dos genótipos indica a heterogeneidade e a variabilidade genética presente no conjunto de genótipos avaliados. Isso pode ser comprovado pelo componente quadrático genotípico (σ_g^2) superior à variância ambiental (σ_e^2) na maioria dos caracteres, com exceção de MR e MRC (Tabela 3). Mesmo apresentando interação GxE, os valores observados em σ_g e nas herdabilidades

(h^2) (Tabela 3) mostram que a ação genética é a maior responsável pela expressão fenotípica dos principais caracteres avaliados (PC e PMS), indicando a possibilidade de seleção.

Com relação à herdabilidade (h^2), observou-se resultados de alta magnitude em todos os caracteres avaliados, variando de 0,64 (PMS) à 0,86 (PT) (Tabela 3). Resultados similares foram observados por Souza *et al.* (2019), que encontraram valores de herdabilidade de 0,86 (PT), 0,71 (NTC), 0,75 (NRT) e 0,83 (MRC). Estimativas de herdabilidades entre 0,01 a 0,15 são consideradas baixas, entre 0,15 a 0,50 são medianas e acima de 0,50 são consideradas altas (Resende, 2002). Caracteres de baixa herdabilidade tendem a dificultar o processo de seleção devido à grande influência ambiental (Amaro *et al.*, 2017), porém, os resultados observados, indicam situação favorável para a seleção dos melhores genótipos (Tabela 3).

Inicialmente, para a seleção de genótipos promissores, são avaliados diversos caracteres de interesse para a cultura, o que dificulta e torna a seleção mais demorada, principalmente levando em consideração os caracteres de difícil mensuração. Diante disso, o uso da correlação surge como uma alternativa pois permite correlacionar os caracteres dois a dois (Cruz; Carneiro; Regazzi, 2014; Silva *et al.*, 2018).

Além da importância do estudo da correlação na possível redução da quantidade de caracteres necessários a serem avaliados em um programa de melhoramento genético, no presente estudo, realizou-se a correlação para que fosse possível determinar a escolha das características principais para posterior avaliação da adaptabilidade e estabilidade. Nesse sentido, a correlação fenotípica e genotípica entre os caracteres avaliados encontra-se na Tabela 4.

Todas as características apresentaram correlação positiva entre si, indicando que com o aumento de uma delas, há o aumento de todas, mesmo que não seja de forma significativa. Observou-se correlação baixa, porém positiva, entre massa de raízes tuberosas (MR) e número de raízes tuberosas (NR), indicando que essas são características independentes entre si (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação fenotípica (diagonal superior) e genotípica (diagonal inferior) para caracteres produtivos de genótipos avançados de batata-doce. Ilha Solteira-SP, 2024.

	PT	PC	NR	NRC	MR	MRC	PMS
PT	-	0,996	0,825	0,946	0,472	0,486	0,978
PC	0,998	-	0,778	0,923	0,535	0,545	0,974
NR	0,857	0,817	-	0,945	0,025	0,052	0,821
NRC	0,969	0,944	0,965	-	0,306	0,325	0,951
MR	0,477	0,542	0,037	0,326	-	0,983	0,465
MRC	0,499	0,567	0,044	0,356	1,000	-	0,486
PMS	0,982	0,978	0,868	0,987	0,461	0,493	-

PT: Produtividade total de raízes tuberosas (t ha^{-1}); PC: Produtividade comercial de raízes tuberosas (t ha^{-1}); NR: Número de raízes tuberosas totais (milhares ha^{-1}); NRC: Número de raízes tuberosas comerciais (milhares ha^{-1}); MR: Massa média de raízes tuberosas (kg ha^{-1}); MRC: Massa média de raízes tuberosas comerciais (kg ha^{-1}); PMS: Produtividade de massa seca das raízes tuberosas (t ha^{-1}). Fonte: Próprio autor.

A maior correlação encontrada foi entre PT e PC, tanto na correlação genotípica (0,998), quando fenotípica (0,996), revelando forte correlação positiva entre as características (Tabela 4). Valores próximos foram encontrados por Silva *et al.* (2018) (0,99). Oliveira *et al.* (2022) avaliando 265 genótipos de batata-doce também observaram alta correlação entre PT e PC (0,96). Souza *et al.* (2019), avaliando 102 acessos de batata-doce, observaram correlação positiva entre PT e PC, porém de menor expressão (0,75). As estimativas de correlação são úteis no entendimento de uma característica complexa como produtividade, porém, não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas dos outros caracteres na produtividade (Amaro *et al.*, 2014).

Produtividade comercial de raízes tuberosas (PC) também demonstrou alta correlação com número de raízes tuberosas (NR) (0,778) e número de raízes tuberosas comerciais (NRC) (0,923) (Tabela 4), revelando que ao selecionar genótipos promissores em produtividade comercial, automaticamente será selecionado os que apresentam maiores números de raízes tuberosas, sejam elas de tamanhos comerciais (acima de 80 g) ou não. Massa média das raízes

tuberosas (MR) e massa média das raízes tuberosas comerciais (MRC) possuem alta correlação genotípica (1,000) e fenotípica (0,983). Isso pode ser explicado pelo fato de, inicialmente, o programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp ter foco apenas em raízes tuberosas destinadas ao consumo domiciliar, portanto, esses genótipos já haviam sido previamente selecionados baseados em um maior peso de raízes tuberosas com padrões comerciais. Oliveira *et al.* (2022) também encontraram alta correlação entre MR e MRC (0,85), corroborando com os resultados observados no presente estudo.

Mesmo NR, NRC, MR e MRC terem apresentado menores correlações com as demais características de uma forma geral (Tabela 4), essas são características de menor importância em um programa de melhoramento genético visando o lançamento de novas cultivares, visto que ao selecionar genótipos produtivos, consequentemente serão selecionados genótipos que demonstrem resultados satisfatórios nessas características. Produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS) demonstrou alta correlação entre PT (0,978), PC (0,974), NR (0,821) e NRC (0,951) (Tabela 4). Esse resultado já era esperado visto que para ter uma boa quantidade de massa seca, são necessários altas produtividades, aliados ao alto teor de massa seca das raízes tuberosas.

Devido aos resultados observados nas correlações genotípicas e fenotípicas entre as características avaliadas (Tabela 4), aliado ao objetivo do programa, optou-se por seguir com as análises de adaptabilidade e estabilidade apenas com produtividade comercial das raízes tuberosas (PC) e produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS).

4.2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Uma das maneiras de atenuar a interação $G \times E$ é identificar genótipos mais produtivos e que apresentem boa adaptabilidade e estabilidade. As análises de adaptabilidade e estabilidade são fundamentais para a identificação de cultivares com comportamento previsível e responsivas às variações ambientais (Cruz; Regazzi; Carneiro, 2004).

Como constatou-se na análise conjunta (Tabela 3), as $G \times A$ foram sempre significativas. Além disso, os genótipos e o ambiente também foram significativos

para todas as características estudadas, indicando a variação de comportamento dos genótipos nos ambientes avaliados justificando o estudo da interação G x E e o estudos de adaptabilidade e estabilidade.

Diversas metodologias têm sido propostas para analisar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Porém, optar por apenas uma delas não é algo seguro em um programa de melhoramento genético, visto que a complementariedade de metodologias pode trazer resultados mais assertivos na seleção de genótipos para o desenvolvimento de novas cultivares. Dessa forma, optou-se pelas metodologias da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG) e regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989).

4.2.1 Adaptabilidade e estabilidade pela metodologia MHPRVG

Como já relatado anteriormente, a adaptabilidade e estabilidade foi realizada apenas com as duas características tidas como principais, produtividade comercial de raízes tuberosas (PC) (Tabela 5) e produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS) (Tabela 6).

A metodologia da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG) estima, simultaneamente, a adaptabilidade, estabilidade e a produtividade, onde os genótipos são ordenados com base em seus valores genotípicos. A estabilidade, que indica a previsibilidade dos genótipos em relação às variações dos ambientes, é dada por MHVG (Média Harmônica dos Valores Genotípicos). A adaptabilidade, que é a capacidade de os genótipos responderem de forma vantajosa à melhoria do ambiente, é fornecida por PRVG (Performance Relativa dos Valores Genotípicos) e, a produtividade, estabilidade e adaptabilidade conjuntamente por MHPRVG (Mariotti *et al.*, 1976; Soares *et al.*, 2015).

Em produtividade comercial (PC), os cinco primeiros genótipos, 3 (CERAT24-04), 11 (CERAT60-05), 5 (CERAT31-01), 10 (CERAT56-26) e 12 (CERAT60-07), mantiveram-se como os mais promissores tanto em estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e adaptabilidade e estabilidade simultaneamente (MHPRVG) (Tabela 5), indicando a potencialidade dos genótipos em questão. Destes, somente CERAT60-07 apresenta coloração de

polpa amarela, enquanto todos os outros apresentam coloração de polpa alaranjada.

Tabela 5. Ordenação dos 13 genótipos de batata-doce e duas cultivares comerciais (Beauregard e BRS Gaita) com base em produtividade comercial de raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) multiplicada pela média geral (PRVG*MG e Produtividade, Adaptabilidade e Estabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).

Produtividade comercial de raízes tuberosas				
Genótipo	MHVG	PRVG	PRVG*MG	MHPRVG*MG
CERAT21-06(1)	22,11(3)	1,98(3)	30,84(3)	28,47(3)
CERAT21-21(2)	17,75(11)	1,62(11)	25,29(11)	24,61(11)
CERAT24-04(3)	13,80(5)	1,39(5)	21,67(5)	20,14(5)
CERAT25-27(4)	12,17(10)	1,26(10)	19,67(10)	16,61(10)
CERAT31-01(5)	11,16(12)	1,09(12)	16,92(12)	14,07(12)
CERAT31-12(6)	11,06(9)	1,08(6)	16,76(6)	14,00(6)
CERAT31-22(7)	10,87(6)	1,02(9)	15,92(9)	13,91(9)
CERAT52-23(8)	10,09(1)	1,02(2)	15,85(2)	11,78(2)
CERAT55-20(9)	9,72(2)	0,99(1)	15,51(1)	11,09(1)
CERAT56-23(10)	6,10(7)	0,99(13)	15,36(13)	6,78(13)
CERAT60-05(11)	3,54(13)	0,84(7)	13,14(7)	6,15(7)
CERAT60-07(12)	3,16(15)	0,63(14)	9,77(14)	3,93(14)
CERAT60-26(13)	1,93(14)	0,435(15)	6,65(15)	3,84(15)
BRS Gaita(14)	1,65(8)	0,38(8)	5,98(8)	2,81(8)
Beauregard(15)	1,62(4)	0,26(4)	4,10(4)	2,08(4)

MHVG: Valores genotípicos de estabilidade; PRVG: Valores genotípicos de adaptabilidade; PRVG*MG: adaptabilidade multiplicada pela média geral em todos os ambientes; MHPRVG: estabilidade e adaptabilidade; MHPRVG*MG: estabilidade e adaptabilidade multiplicada pela média geral em todos os ambientes ($t\ ha^{-1}$); Gen: genótipo. Fonte: Próprio autor.

Para estabilidade, a cultivar comercial mais bem posicionada foi a cultivar Beauregard (15) que ficou na 12^a colocação. Já para adaptabilidade e

adaptabilidade e estabilidade a cultivar BRS Gaita (14) foi a melhor posicionada, também estando em 12º. Vale destacar que dos 13 genótipos candidatos à novas cultivares, 11 deles foram superiores às cultivares comerciais utilizadas como testemunhas. Dessa forma, todos os genótipos que superaram às cultivares comerciais são passíveis de lançamento.

O genótipo 3 (CERAT24-04) demonstrou-se superior aos demais nos três parâmetros avaliados (MHVG, PRVG e MHPRVG), com uma média de produtividade comercial de 28,47 t ha⁻¹, considerando os nove ambientes avaliados. Adjunto a isso, o genótipo 11 (CERAT60-05) com 24,61 t ha⁻¹ e o genótipo 5 (CERAT31-01) com 20,14 t ha⁻¹ enfatizam o potencial produtivo dos três genótipos mais promissores. Cabe destacar que ambos são superiores à média geral do experimento (15,57 t ha⁻¹) (Tabela 3) e altamente superiores as cultivares testemunhas, BRS Gaita (14) (3,93 t ha⁻¹) e Beauregard (15) (3,84 t ha⁻¹) (Tabela 5).

Partindo-se do pressuposto que houve ambientes favoráveis e desfavoráveis para o desenvolvimento dos genótipos avaliados, devido à heterogeneidade dos ambientes e resultados significativos na interação GxE (Tabela 3), manter uma média superior à média geral e à média das cultivares testemunhas, já torna esses genótipos possíveis candidatos à novas cultivares comerciais. Otoboni *et al.* (2020) também avaliando os genótipos CERAT24-04 e CERAT31-01 no município de Selviria-MS, encontraram resultados superiores aos desse trabalho, com produtividade comercial de 50,88 t ha⁻¹ para o genótipo CERAT24-04 e 88,20 t ha⁻¹ para o genótipo CERAT31-01, reforçando o potencial produtivo dos mesmos.

A média encontrada nas cultivares testemunhas foi muito abaixo do encontrado por outros autores. Com relação à cultivar Beauregard, Abreu *et al.* (2015), observaram média de 26,25 t ha⁻¹ no município de São José de Ribamar-MA. Oliveira (2018), em Ji Paraná-RO, observou média de 58,67 t ha⁻¹. Lima *et al.* (2014) avaliando clones em Palmas-TO, verificou rendimento de 27,08 t ha⁻¹ para a cultivar Beauregard. Já para BRS Gaita, Massem *et al.* (2022) verificaram produtividade média de 81,36 t ha⁻¹, nos municípios de Santa Maria e Estrela Velha-RS.

Com relação à produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS), também foi realizada a ordenação dos genótipos conforme parâmetros de MHVG, PRVG e MHPRVG (Tabela 6).

Tabela 6. Ordenação dos 13 genótipos de batata-doce e duas cultivares comerciais (Beauregard e BRS Gaita) com base em produtividade de massa seca das raízes tuberosas ($t\ ha^{-1}$) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) multiplicada pela média geral (PRVG*MG e Produtividade, Adaptabilidade e Estabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).

Produtividade de massa seca das raízes tuberosas				
Genótipo	MHVG	PRVG	PRVG*MG	MHPRVG*MG
CERAT21-06(1)	6,17(3)	1,65(3)	7,94(3)	7,32(3)
CERAT21-21(2)	5,40(5)	1,51(5)	7,29(5)	6,86(5)
CERAT24-04(3)	5,15(11)	1,46(11)	7,04(11)	6,74(11)
CERAT25-27(4)	4,88(10)	1,45(10)	6,99(10)	6,06(10)
CERAT31-01(5)	3,74(9)	1,10(6)	5,30(6)	4,46(9)
CERAT31-12(6)	3,69(6)	1,08(9)	5,21(9)	4,35(6)
CERAT31-22(7)	3,54(2)	1,02(2)	4,90(2)	4,24(2)
CERAT52-23(8)	3,35(1)	1,01(1)	4,87(1)	3,66(12)
CERAT55-20(9)	2,97(12)	0,97(13)	4,69(13)	3,54(1)
CERAT56-23(10)	1,92(7)	0,91(12)	4,40(12)	2,12(7)
CERAT60-05(11)	1,38(15)	0,84(7)	4,04(7)	1,74(13)
CERAT60-07(12)	1,17(8)	0,66(14)	3,18(14)	1,66(8)
CERAT60-26(13)	0,88(13)	0,47(8)	2,28(8)	1,45(15)
BRS Gaita(14)	0,82(4)	0,45(15)	2,17(15)	1,24(14)
Beauregard(15)	0,64(14)	0,36(4)	1,75(4)	1,02(4)

MHVG: Valores genotípicos de estabilidade; PRVG: Valores genotípicos de adaptabilidade; PRVG*MG: adaptabilidade multiplicada pela média geral em todos os ambientes; MHPRVG: estabilidade e adaptabilidade; MHPRVG*MG: estabilidade e adaptabilidade multiplicada pela média geral em todos os ambientes ($t\ ha^{-1}$). Fonte: Próprio autor.

O genótipo 3 (CERAT24-04) foi o mais promissor em produtividade de massa seca das raízes tuberosas, com média de $7,32\ t\ ha^{-1}$ em MHPRVG*MG

(Tabela 6). Esse genótipo demonstra-se adaptável, estável e produtivo não somente em PMS, mas também em produtividade comercial de raízes tuberosas (Tabela 5), tornando-se um excelente candidato à nova cultivar. O mesmo pode ser observado nos genótipos 5 (CERAT31-01) e 11 (CERAT60-05). A média dos três genótipos mais promissores em PMS foi de 6,97 t ha⁻¹ (Tabela 6). Andrade Junior *et al.* (2018), avaliando 40 acessos de batata-doce no município de Diamantina-MG, verificaram produtividade de massa seca das raízes tuberosas de 8,93 t ha⁻¹. Santos Neto *et al.* (2017), em São Cristóvão-SE, observaram valores maiores em PMS, com média de 12,55 t ha⁻¹.

Em PMS, os cinco genótipos mais bem classificados foram os genótipos 3 (CERAT24-04), 5 (CERAT31-01), 11 (CERAT60-05), 10 (CERAT56-23) e 9 (CERAT 55-20) (Tabela 6). Considerando a produtividade, adaptabilidade e estabilidade de forma conjunta, a cultivar comercial com melhor desempenho foi a cultivar Beauregard (15), com 1,45 t ha⁻¹, porém, ficando apenas na 13^a colocação (Tabela 6). O único genótipo pertencente ao programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp que ficou abaixo das cultivares testemunhas, foi o genótipo 4 (CERAT25-27), revelando, novamente, a potencialidade dos demais genótipos avaliados.

Foi possível observar pela metodologia MHPRVG que não houve grandes alterações na classificação dos genótipos quando avaliadas as duas características principais (PC e PMS), principalmente referindo-se aos quatro genótipos mais promissores (CERAT24-04, CERAT31-01, CERAT60-05 e CERAT56-23), relevando a real superioridade dos mesmos frente às cultivares comerciais testemunhas (Tabelas 5 e 6). Porém, como já relatado anteriormente, a metodologia MHPRVG não descreve de maneira pormenorizada o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais, sendo recomendado o uso de outra metodologia que complemente os resultados já observados. Dessa forma, prosseguiu-se com a adaptabilidade e estabilidade baseada na regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989).

4.2.2 Adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de regressão bissegmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989)

Os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica avaliadas pelo método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) são apresentados na Tabela 7 para produtividade comercial das raízes tuberosas e Tabela 8 para produtividade de massa seca das raízes tuberosas.

Tabela 7. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade comercial das raízes tuberosas de 15 genótipos de batata-doce em nove ambientes. Ilha Solteira-SP, 2024.

Produtividade comercial das raízes tuberosas				
Genótipo	Média (t ha ⁻¹)	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	R ² %
1	13,92	0,6160**	0,3521**	29,38
2	15,99	0,9636 ^{ns}	1,7916**	79,69
3	30,37	1,9119**	2,2466**	82,80
4	5,17	0,4396**	1,5598**	76,59
5	22,65	1,7243**	0,6772**	92,26
6	16,86	1,1256**	0,8014*	59,98
7	10,23	-0,0597**	0,5719**	22,89
8	7,39	0,7130**	1,1295 ^{ns}	93,70
9	15,38	0,9815 ^{ns}	-0,0642**	54,58
10	21,12	1,5257**	2,4809**	85,64
11	26,34	1,8366**	2,4117**	96,58
12	15,73	0,7447**	1,2978**	72,83
13	16,65	1,4236**	0,1980**	52,75
14	10,82	1,0485 ^{ns}	-0,5641**	79,56
15	4,87	0,0052**	0,1099**	2,55

$\hat{\beta}_1$: Coeficiente linear de regressão do genótipo em ambientes desfavoráveis; $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$: Coeficiente linear de regressão do genótipo em ambientes favoráveis; R²%; Coeficiente de determinação.

Busca-se como cultivar ideal aquela que apresente alta produtividade média, adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_1 < 1$), capacidade de responder à melhoria ambiental ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 > 1$) e estabilidade (que as variâncias dos desvios da regressão não sejam significativas). Porém, variâncias dos desvios de regressão significativas não devem comprometer a indicação de genótipos, uma vez que apresentem R² acima de 80% (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2017).

O genótipo 3 (CERAT24-04) aparece novamente como o mais produtivo 30,37 t ha⁻¹, altamente superior às cultivares testemunhas, 14 (BRS Gaita: 10,82 t ha⁻¹) e 15 (Beauregard: 4,87 t ha⁻¹) (Tabela 7). Embora CERAT24-04 apresente significativamente $\hat{\beta}_1 > 1$, é altamente responsivo em ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 > 1$) (2,2466), além de demonstrar-se estável ($R^2\% > 80$) (Tabela 7), representando um excelente genótipo para esses ambientes. Oliveira *et al.* (2002) afirmam que quando os genótipos possuem $R^2\%$ superior a 80%, é indicativo de boa estabilidade.

O mesmo comportamento pode ser observado no genótipo 11 (CERAT60-05), segundo genótipo mais produtivo com média de 26,34 t ha⁻¹ (Tabela 7). O genótipo CERAT60-05 apresentou $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ maiores que 1, ambos significativos, indicando alto efeito responsivo em ambientes favoráveis. Este foi o genótipo com maior estabilidade, apresentando coeficiente de determinação de 96,58% (Tabela 7), demonstrando alta previsibilidade de produção, algo de extrema importância na busca por novas cultivares comerciais.

A média dos dois genótipos com maiores produtividades comerciais de raízes tuberosas (CERAT24-04 e CERAT60-05) foi de 28,35 t ha⁻¹ (Tabela 7), média essa superior à média geral dos ensaios (Tabela 3), considerando todos os nove ambientes (15,57 t ha⁻¹). Vale destacar que na análise de adaptabilidade e estabilidade baseada na metodologia MHPRVG para produtividade comercial de raízes tuberosas, os genótipos CERAT24-04 e CERAT60-05 também foram os que apresentaram melhores desempenhos, revelando, novamente, a potencialidade e superioridade dos dois genótipos. A média dos dois genótipos mais promissores é superior à encontrada por Aguirre *et al.* (2020) (3,75 t ha⁻¹) e Andrade Junior *et al.* (2018) (18,52 t ha⁻¹).

O genótipo 5 (CERAT31-01), também foi um dos genótipos mais produtivos, porém não demonstrou comportamento favorável como dos genótipos CERAT24-04 e CERAT60-05, embora seja altamente estável ($R^2\%$ de 92,26) (Tabela 7). Porém, CERAT31-01 foi o segundo e terceiro melhor genótipo em PC e PMS, respectivamente, pela metodologia MHPRVG (Tabelas 5 e 6), devendo ser considerado passível de lançamento.

Com relação à adaptabilidade, os genótipos 2 (CERAT21-21), 4 (CERAT25-27), 8 (CERAT52-23) e 12 (CERAT60-07) seriam exemplos de

genótipos com comportamento ideais ($\hat{\beta}_1$ menor que um e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ maior que um) porém com baixas produtividades. Mesmo que CERAT21-21 e CERAT60-07 sejam superiores às cultivares testemunhas, não demonstram alta produtividade frente aos genótipos mais promissores, porém demonstram produtividades acima da média nacional (14,55 t ha⁻¹) (IBGE, 2023). Além disso, CERAT21-21 demonstra valores de estabilidade próximos à 80% (79,69) (Tabela 7), devendo, portanto, ser considerado um genótipo passível de lançamento, visto que pela metodologia MHPRVG (Tabelas 5 e 6) também estava acima das cultivares testemunhas.

Considerando apenas produtividade comercial de raízes tuberosas (PC), os genótipos que demonstram-se promissores ao lançamento como cultivares comerciais baseado na metodologia proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989), unindo produtividade satisfatória e superior às cultivares testemunhas, adaptabilidade e estabilidade são os genótipos 2 (CERAT21-21), 3 (CERAT24-04), 10 (CERAT56-23) e 11 (CERAT60-05) (Tabela 7). Tais genótipos devem ser mantidos no programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp afim de registro como cultivares comerciais.

Além de produtividade comercial de raízes tuberosas, foi realizado o estudo da adaptabilidade e estabilidade também para produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS) (Tabela 8).

Tabela 8. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de massa seca das raízes tuberosas de 15 genótipos de batata-doce em nove ambientes. Ilha Solteira-SP, 2024.

Produtividade de massa seca das raízes tuberosas				
Genótipo	Média (t ha ⁻¹)	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	$R^2\%$
1	4,48	0,6024**	0,3246**	25,75
2	4,94	1,0933 ^{ns}	1,4261**	80,36
3	7,79	1,5353**	2,5441**	81,43
4	2,11	0,6772**	2,2117**	87,70
5	7,33	1,5775**	0,5489**	84,39
6	5,15	0,7642**	1,1326 ^{ns}	39,95
7	3,51	0,1962**	0,5943**	14,92
8	2,65	0,8684*	1,0833 ^{ns}	91,91
9	5,08	1,1023 ^{ns}	-1,0544**	65,20
10	7,25	1,5219**	3,3860**	89,96

11	7,35	1,7990**	2,0327**	93,80
12	4,47	1,0160 ^{ns}	2,0770**	83,57
13	5,13	1,6941**	-1,2037**	94,56
14	3,21	0,6053**	-0,2573**	52,24
15	1,65	-0,0529**	0,1540**	7,01

$\hat{\beta}_1$: Coeficiente linear de regressão do genótipo em ambientes desfavoráveis; $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$: Coeficiente linear de regressão do genótipo em ambientes favoráveis; $R^2\%$: Coeficiente de determinação.

De forma geral, em produtividade de massa seca das raízes tuberosas (Tabela 8), os genótipos demonstram padrões semelhantes aos observados em produtividade comercial de raízes tuberosas (Tabela 7). Isso pode ser explicado pelo fato de as duas variáveis atuarem de forma conjunta por possuírem alta correlação fenotípica (0,9737) e genotípica (0,9778) entre si (Tabela 4).

O único genótipo que apresentou comportamento ideal, $\hat{\beta}_1$ significativamente menor que 1, $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ significativamente maiores que um e coeficiente de estabilidade ($R^2\%$) acima de 80, foi o genótipo 4 (CERAT25-27) (Tabela 8). Porém, esse genótipo não deve ser considerado passível de lançamento por apresentar produtividades muito baixas, 5,17 t ha⁻¹ em PC (Tabela 7) e 2,11 t ha⁻¹ em PMS (Tabela 8), o que o impede de ser um candidato a cultivar comercial.

Os genótipos 3 (CERAT24-04), 5 (CERAT31-01), 10 (CERAT56-23) e 11 (CERAT60-05), demonstraram-se, novamente, os mais produtivos, sendo os genótipos 3, 10 e 11 indicados para ambientes favoráveis, com $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ significativamente maiores que um. Ambos apresentam $R^2\%$ acima de 80% demonstrando-se estáveis (Tabela 8).

Dentre os 13 genótipos avaliados, os genótipos que não podem ser considerados passíveis de lançamento pela metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) são os genótipos 1 (CERAT21-06), 7 (CERAT31-22), 8 (CERAT52-23), 9 (CERAT55-20) e 13 (CERAT60-26) pois não apresentam desempenho favorável nos ambientes avaliados. Considerando apenas a adaptabilidade, os genótipos 2 (CERAT21-21), 3 (CERAT24-04), 5 (CERAT31-01), 6 (CERAT31-12), 10 (CERAT56-23), 11 (CERAT60-05) e 12 (CERAT60-07) demonstram desempenhos satisfatórios para serem passíveis de lançamento. Com destaque para CERAT24-04 e CERAT60-05 que são responsivos em ambientes favoráveis, CERAT31-01 adaptado à ambientes gerais, CERAT31-12

adaptado à ambientes desfavoráveis e gerais, CERAT56-23 muito responsivo, porém somente para ambientes muito favoráveis.

Vale destacar o comportamento das cultivares comerciais BRS Gaita (14) e Beauregard (15), que tiveram produtividades comerciais de raízes tuberosas (Tabela 7) e produtividades de massa seca das raízes tuberosas (Tabela 8) muito abaixo dos genótipos mais promissores (CERAT24-04, CERAT56-23 e CERAT60-05), além de demonstrar desempenhos de adaptabilidade não satisfatórios e estabilidade muito baixa em PMS (52,24% para BRS Gaita e 7,01% para Beauregard), indicando que essas cultivares não são previsíveis.

Tanto a metodologia da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG) quanto a metodologia proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) proporcionaram um melhor entendimento da interação GxE, permitindo realizar inferências quando aos genótipos mais promissores e que apresentem melhor adaptabilidade e estabilidade aos ambientes de estudo.

A maioria dos genótipos mais bem ranqueados pela metodologia MHPRVG coincidem com os genótipos com melhores desempenhos pela metodologia de Cruz, Torres e Vecovsky (1989), confirmando a superioridade dos mesmos frente os demais genótipos e às cultivares comerciais. Os genótipos mais produtivos em produtividade comercial de raízes tuberosas (PC) (Tabelas 5 e 7) também apresentaram os melhores desempenhos em produtividade de massa seca das raízes tuberosas (PMS) (Tabelas 6 e 8), o que permite que ambos os genótipos possam ser destinados tanto para o consumo domiciliar, quanto para a indústria de produção de etanol. Ademais, os genótipos mais promissores considerando as duas metodologias (CERAT24-04, CERAT31-01, CERAT56-23 e CERAT60-05) apresentam coloração de polpa alaranjada, permitindo selecionar, ao mesmo tempo, genótipos com altos teores de betacaroteno, alta massa seca de raízes tuberosas, produtivos, adaptáveis e estáveis, cumprindo com os objetivos do programa.

Todavia, para que um genótipo seja passível de lançamento, este deve atender aos requisitos dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Porém, para culturas que são destinadas para o consumo domiciliar, como é o caso da batata-doce, apresentar boas características relacionadas à qualidade visual das raízes tuberosas é de extrema importância na escolha de um genótipo promissor, não dependendo única e exclusivamente de sua produtividade. O que no presente

caso pode ser identificado pelo ensaio de Distinguíbilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) (Apêndices A e B).

Vale ressaltar que nenhum dos genótipos demonstrou comportamento perfeito pela metodologia da regressão bissegmentada, mesmo nos casos dos genótipos mais promissores pela metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), como CERAT24-04, CERAT56-23 e CERAT60-07, pois estes, mesmo que altamente produtivos, demonstraram $\hat{\beta}_1$ maior que um (Tabelas 7 e 8). Porém, se recomendados e destinados aos ambientes propícios, podem gerar ganhos significativos em produtividade para a cultura da batata-doce

As duas metodologias utilizadas foram complementares no presente estudo, permitindo identificar os genótipos mais promissores, adaptáveis e estáveis por meio da metodologia MHPRVG (Tabelas 5 e 6), conhecer seus comportamentos frente às variações ambientais e realizar inferências com relação aos tipos de ambientes de recomendação (favoráveis, desfavoráveis e gerais) por meio da metodologia proposta por Cruz, Regazzi e Carneiro (1989), contribuindo de forma significativa para avanços no programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp.

Considerando as duas metodologias avaliadas, os genótipos com melhores desempenhos foram CERAT24-04, CERAT31-01, CERAT56-23 e CERAT60-07. Além disso, pensando na indicação de materiais para o consumo domiciliar, que apresente boas características qualitativas de raízes tuberosas, o genótipo CERAT21-21 também demonstra-se promissor. Ambos os genótipos podem ser considerados passíveis de lançamento, sendo que destes, três já foram registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e aguardam parecer para proteção de cultivares.

4.3 NOVAS CULTIVARES DE BATATA-DOCE UNESP

As três novas cultivares de batata-doce da Unesp são as primeiras cultivares da Universidade Estadual Paulista registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com o nome da instituição. Todas as cultivares são oriundas de genótipos pertencentes, inicialmente, ao programa de melhoramento genético de batata-doce do *International Potato Center* (CIP) para o continente Africano, sendo introduzida no Brasil no ano de 2018.

Inicialmente, foram coletadas 100 sementes de cada uma das 15 matrizes de batata-doce escolhidas no *International Potato Center*, sendo avaliadas 20 sementes de cada matriz, representando progênies de polinização livre. Como citado no item 3.1 do Material e Métodos do presente trabalho, intitulado “Programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp”, todos esses genótipos foram avaliados com base no método de seleção recorrente para identificação de genótipos superiores e desenvolvimento de novas cultivares comerciais em um primeiro ciclo em quatro ambientes, depois realizada uma seleção prévia selecionando os 50 melhores genótipos e destes, apenas 13 foram considerados altamente promissores, incluindo os genótipos CERAT21-21, CERAT24-04 e CERAT31-01 que representam as novas cultivares Unesp de batata-doce.

4.3.1 Cultivar Unesp Maria Rita (CERAT21-21) – Número de registro: 54667

Quando avaliada nos primeiros ciclos de seleção do programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp, a cultivar Unesp Maria Rita demonstrou alta produtividade comercial de raízes tuberosas, com média de (54,69 t ha⁻¹) (Otoboni *et al.* 2020). Essa produtividade vai muito além da produtividade média nacional (14,55 t ha⁻¹) (IBGE, 2023) e da produtividade média encontrada por outros autores, 18,52 t ha⁻¹ (Andrade Junior *et al.*, 2018), 15,20 t ha⁻¹ (Carmona *et al.*, 2015). Além disso, demonstra elevado teor de massa seca (30,11%) (Otoboni *et al.* 2020), variável utilizada para o cálculo de produtividade de massa seca das raízes tuberosas.

Outro fator importante, é que a cultivar apresenta excelentes resultados em caracteres relacionados à qualidade da raiz, como: poucos danos, profundidade dos olhos rasa, bom tamanho das raízes tuberosas, excelente padrão de formato (oval), coloração da casca amarela, bem diferente das cultivares utilizadas como testemunha que possuem coloração de casca branca (BRS Gaita) e laranja amarronzada (Beauregard), além de demonstrar coloração de polpa alaranjada intensa, indicando alto teor de betacaroteno (Otoboni *et al.* 2020) (Apêndices B e C, Quadro 1). Os melhores resultados foram identificados em um ciclo de produção de 120 dias no verão.

Um ponto importante a se destacar sobre os descritores morfológicos da cultivar Unesp Maria Rita, anteriormente nomeada como CERAT21-21, é a coloração principal e secundária da pele apresentarem os mesmos resultados (amarela) (Quadro 1), o que torna-se um fator positivo pensando na colheita mecanizada das raízes tuberosas, visto que se houver algum dano mecânico que afetará a coloração principal da raiz tuberosas, isso não influenciará na comercialização da mesma, por manter a mesma coloração. É uma raiz tuberosas selecionada para o mercado mesa, ou seja, para o consumo domiciliar.

Tabela 9. Características morfológicas e agrônômicas da cultivar Unesp Maria Rita em ensaios de VCU e DHE. Ilha Solteira-SP, 2024.

Características/Descritor das plantas	Descrição/Código MAPA
Planta: Hábito de crescimento	Rasteiro (3)
Caule: Comprimento do entrenó	Curto (3)
Caule: Diâmetro do entrenó	Pequeno (3)
Caule: Pigmentação antocianínica do entrenó	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pigmentação antocianínica na brotação inicial	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pigmentação antocianínica no nó	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pubescência na brotação inicial	Densa (3)
Pecíolo: Pigmentação antocianínica	Ausente ou muito fraca (1)
Pecíolo: Comprimento	Médio (5)
Folha jovem: Cor principal na face superior	Verde escura (4)
Folha: Número de lóbulos	Cinco (5)
Folha: Profundidade do lóbulo	Média a profunda (6)
Folha: cor (excluindo pigmentação antocianínica)	Verda (2)
Folha: pigmentação antocianínica na face superior	Ausente ou fraca (3)
Folha: pigmentação antocianínica nas veias da face inferior	Ausente ou muito curta (1)
Folha: Pigmentação antocianínica nas veias inferiores	Fraca (3)
Raiz: formato	Oval (1)
Raiz: cor principal da pele	Amarela (3)
Raiz: cor secundária da pele	Amarela (3)
Raiz: cor principal da polpa	Laranja (4)
Raiz: cor secundária da polpa	Laranja (4)
Raiz: profundidade dos olhos	Rasa (3)

Fonte: Adaptado de MAPA (2020).

Figura 4 - Cultivar Unesp Maria Rita (CERAT21-21). Ilha Solteira-SP, 2024.



Fonte: Aluisio de Souza

4.3.2 Cultivar “Unesp Maria Eduarda” (CERAT24-04) – Número de registro: 54891

A cultivar Unesp Maria Eduarda é uma cultivar de excelente produtividade dentro do programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp, mantendo padrões elevados de produtividade em todos os ciclos de seleção. No primeiro ciclo demonstrou produtividade comercial de raízes tuberosas de 50,88 t ha⁻¹ (Otoboni *et al.*, 2020) e foi a cultivar com melhor desempenho nos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) com resultados demonstrados anteriormente nesse estudo, nomeada como CERAT24-04, mantendo média de 30,37 t ha⁻¹ considerando os nove ambientes avaliados.

Além de ser produtiva em raízes tuberosas comerciais, é também produtiva em massa seca das raízes tuberosas, com média de (7,79 t ha⁻¹), porém com um teor de massa seca com média de 28,4, abaixo da cultivar Unesp Maria Rita (Otoboni *et al.* (2020). É uma cultivar altamente responsiva à ambientes favoráveis, demonstrando-se adaptável á esses ambientes e com previsibilidade nos resultados (estável). Otoboni *et al.* (2023) observou R²% de 92,28 para a cultivar Unesp Maria Eduarda, comprovando a estabilidade da mesma. Além disso, os autores identificaram adaptação da cultivar também à ambientes desfavoráveis.

Com relação à qualidade visual das raízes tuberosas, Unesp Maria Eduarda apresenta formato oval, formato este, com excelente aceitação comercial. Assim como Unesp Maria Rita, possui coloração principal da pele laranja, porém com coloração secundária amarela (Apêndice B e Quadro 2). É uma cultivar que não apresenta grandes danos nas raízes tuberosas (Otoboni *et al.* 2020), como causados por insetos-pragas, por exemplo. É precoce, com melhor desenvolvimento em um ciclo de 110 dias no verão. É destinada ao mercado mesa e apresenta boas características para atender o mercado industrial.

Apresenta coloração da rama bem diferente da maioria das cultivares comerciais de batata-doce, com forte pigmentação antocianínica no caule, resultando em uma rama de coloração arroxeada intensa. Além disso, esse caule é muito vigoroso, o que é considerado um ponto positivo por poder ter um maior

acúmulo de reserva, o que facilita um melhor pegamento de mudas quando plantadas em uma lavoura comercial.

Tabela 10. Características morfológicas e agrônômicas da cultivar Unesp Maria Eduarda em ensaios de VCU e DHE. Ilha Solteira-SP, 2024.

Características/Descritor das plantas	Descrição/Código MAPA
Planta: Hábito de crescimento	Rasteiro (3)
Caule: Comprimento do entrenó	Curto (3)
Caule: Diâmetro do entrenó	Médio (5)
Caule: Pigmentação antocianínica do entrenó	Forte (3)
Caule: Pigmentação antocianínica na brotação inicial	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pigmentação antocianínica no nó	Forte (3)
Caule: Pubescência na brotação inicial	Ausente ou esparsa (1)
Pecíolo: Pigmentação antocianínica	Muito forte (5)
Pecíolo: Comprimento	Médio (5)
Folha jovem: Cor principal na face superior	Verde média (3)
Folha: Número de lóbulos	Três (2)
Folha: Profundidade do lóbulo	Rasa (3)
Folha: cor (excluindo pigmentação antocianínica)	Verde (2)
Folha: pigmentação antocianínica na face superior	Ausente ou fraca (3)
Folha: pigmentação antocianínica nas veias da face inferior	Muito longa (9)
Folha: Pigmentação antocianínica nas veias inferiores	Forte (7)
Raiz: formato	Oval (1)
Raiz: cor principal da pele	Laranja (4)
Raiz: cor secundária da pele	Amarela (3)
Raiz: cor principal da polpa	Laranja (4)
Raiz: cor secundária da polpa	Laranja (4)
Raiz: profundidade dos olhos	Rasa (3)

Fonte: Adaptado de MAPA (2020).

Figura 5 - Cultivar Unesp Maria Eduarda (CERAT24-04). Ilha Solteira-SP, 2024.



Fonte: Aluisio de Souza

4.3.3 Cultivar “Unesp Maria Isabel” (CERAT31-01) – Número de registro: 54920

A cultivar Unesp Marita Rita foi a cultivar que demonstrou o melhor desempenho nos primeiros ciclos de seleção do programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp, com uma produtividade comercial de raízes tuberosas de 88,20 t ha⁻¹ (Otoboni *et al.*, 2020). Essa produtividade é altamente superior à média nacional (14,55 t ha⁻¹) e à média encontrada por outros autores, 41,78 t ha⁻¹ (Santos Neto *et al.*, 2017), 23,93 t ha⁻¹ (Mendoza, 2018). No presente estudo, Unesp Maria Isabel, anteriormente nomeada CERAT31-01, sempre manteve-se entre os três melhores genótipos em produtividade comercial das raízes tuberosas e produtividade de massa seca das raízes tuberosas pela metodologia MHPRVG, demonstrando-se também estável pela metodologia de Torres e Vencovsky (1989), comprovando a potencialidade da mesma. É uma cultivar que, assim como Unesp Maria Rita e Unesp Maria Eduarda, demonstrou excelentes padrões de raízes tuberosas quanto à qualidade das mesmas (Quadro 3 e Apêndice B).

Apresenta formato oval, coloração principal da pele roxa clara e cor secundária da pele amarela. Possui coloração principal e secundária da polpa laranja, indicando a presença de betacaroteno. Apresenta melhor desenvolvimento das raízes tuberosas quando colhidas aos 120 dias após o plantio. Possui média de 27,53% de teor de massa seca (Otoboni *et al.*, 2020) e média de 7,33 t ha⁻¹ em produtividade de massa seca por hectare (Tabela 8).

Um destaque importante para a cultivar Unesp Maria Isabel, é a coloração de pele arroxeadas, coloração essa de maior aceitação entre os consumidores brasileiro, o que faz dela, uma cultivar potencial para destinação ao consumo domiciliar, pois irá aliar o padrão normalmente aceito pelos consumidores à coloração de polpa diferente das cultivares encontradas na maioria das gôndolas dos supermercados, representando assim, uma inovação no mercado.

Tabela 11. Características morfológicas e agronômicas da cultivar Unesp Maria Isabel em ensaios de VCU e DHE. Ilha Solteira-SP, 2024.

Características/Descritor das plantas	Descrição/Código MAPA
Planta: Hábito de crescimento	Rasteiro (3)
Caule: Comprimento do entrenó	Médio (5)
Caule: Diâmetro do entrenó	Pequeno (3)
Caule: Pigmentação antocianínica do entrenó	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pigmentação antocianínica na brotação inicial	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pigmentação antocianínica no nó	Ausente ou fraca (1)
Caule: Pubescência na brotação inicial	Densa (3)
Pecíolo: Pigmentação antocianínica	Ausente ou muito fraca (1)
Pecíolo: Comprimento	Médio (5)
Folha jovem: Cor principal na face superior	Marrom Arroxeadada (7)
Folha: Número de lóbulos	Cinco (3)
Folha: Profundidade do lóbulo	Média (5)
Folha: cor (excluindo pigmentação antocianínica)	Verde (2)
Folha: pigmentação antocianínica na face superior	Médio (5)
Folha: pigmentação antocianínica nas veias da face inferior	Curta (3)
Folha: Coloração antocianínica nas veias inferiores	Média (5)
Raiz: formato	Oval (1)
Raiz: cor principal da pele	Roxa clara (9)
Raiz: cor secundária da pele	Amarela (3)
Raiz: cor principal da polpa	Laranja (4)
Raiz: cor secundária da polpa	Laranja (4)
Raiz: profundidade dos olhos	Média (5)

Fonte: Adaptado de MAPA (2020).

Figura 6 - Cultivar Unesp Maria Isabel (CERAT31-01). Ilha Solteira-SP, 2024.



Fonte: Aluisio de Souza

5 CONCLUSÃO

Os genótipos avaliados demonstram variabilidade genética, indicando a importância de mantê-los dentro do programa de melhoramento genético de batata-doce da Unesp para serem utilizados, futuramente, como parentais de novos indivíduos.

Foi possível identificar indivíduos potencialmente promissores dentro do conjunto de genótipos avaliados, tanto para produtividade comercial de raízes tuberosas, quanto para produtividade de massa seca de raízes tuberosas, sendo então, atingido o objetivo do estudo e do programa.

Os genótipos mais promissores em produtividade comercial das raízes tuberosas coincidem com os mais promissores em produtividade de massa seca das raízes tuberosas, o que amparou a seleção de genótipos para o desenvolvimento de novas cultivares comerciais.

Dentre os genótipos avaliados, CERAT21-21, CERAT24-04, CERAT31-01, CERAT56-26 e CERAT60-07 demonstram os melhores desempenhos avaliando caracteres quantitativos e qualitativos relacionados ao padrão visual das raízes tuberosas, resultando no desenvolvimento de três novas cultivares comerciais de batata-doce, Unesp Maria Rita (CERAT21-21), Unesp Maria Eduarda (CERAT24-04) e Unesp Maria Isabel (CERAT31-01), já registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. B.; AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R. **Produtividade de cultivares de batata-doce na ilha de São Luís, Maranhão**. São Luiz: Embrapa Cocais, 2015. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).
- AGUIRRE, T. R.; OLIVEIRA, C. P.; VILETE, V. F.; NASCIMENTO, W. P.; GOMES, V. V.; SILVA, S. M. A.; FONSECA, J. N. Evaluation of organic and mineral fertilization in sweet potato cultivation in the Amazon region. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 62133-62142, 2020.
- ALAM, M. K. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, v. 115, p. 512-529, 2021.
- AMABILE, R. F.; VILELA, M. S.; PEIXOTO, J. R. **Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2018. Livro técnico (INFOTECA-E).
- AMORIN, B. S. C.; OLIVEIRA, G. I. S.; SILVEIRA, M. A.; NASCIMENTO, I. R.; FERREIRA, T. A. Adaptabilidade fenotípica de genótipos de batata-doce oriundos de sementes botânicas na região Sul do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 3, p. 31-50, 2011.
- AMARO, G. B.; CARMONA, P. A. O.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; PEIXOTO, J. R. Desempenho de cultivares de batata-doce a partir de mudas de alta qualidade fitossanitária em Ceilândia-DF. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 31, p. S2003- S2010, 2014.
- AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; MELLO, A. F. S.; CASTRO, L. A. S. Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba-MG. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 35, p. 286-291, 2017.
- ANDRADE, M. S. B. P. D.; SILVA, N. G. D.; FERREIRA, C. D. S.; CONDORI MAMANI, C. M.; BRAGA, F. B.; MACEDO, B. F. S. D.; WESP, C. D. L. Desempenho de genótipos de mandioca via metodologia de modelos mistos em Santa Catarina. **Ciências agrárias: limites e potencialidades em pesquisa**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2023.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J.; FERNANDES, J. S. C.; FIGUEIREDO, J. A.; NUNES, U. R.; NEIVA, I. P. Selection of sweet potato clones for the region Alto Vale do Jequitinhonha. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 27, n. 3, p. 389-393, 2009.
- ANDRADE JUNIOR, V. C.; ELSAYED, A. A. A. M.; AZEVEDO, A. M.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, M. A. M. Quantitative and qualitative potential of sweet potato genotypes. **Revista Scientia Agraria**, v. 19, n. 1, Curitiba, p. 28-35. 2018.

ARANTES, F. C. **Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de cana-de-açúcar**. 2013. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, 2013.

AUSTIN, D. F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. *In*: INTERNATIONAL POTATO CENTER.

Exploration, maintenance, and utilization of sweet potato genetic resources. Lima: International Potato Center, 1988. p. 27-60.

AVIANI, D. M.; SANTOS, F.S.; CARVALHO, I. M.; MACHADO, V. L. S.; PACHECO, L.G.A.; CARPI, V. A. F. Abordagem sobre registro e proteção de cultivares, *In*: FALEIROS, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: uma abordagem estratégica**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

AVIANI, D. M.; MACHADO, R. M. União internacional para proteção das obtenções vegetais (UPOV). *In*: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Proteção de Cultivares no Brasil**. Brasília, DF: Mapa/ACS, p. 17-22, 2011.

AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JUNIOR, V. C.; FERNANDES, J. S. C.; PEDROSA, C. E.; OLIVEIRA, C. M. Agronomic performance and genetic parameters of sweet potato genotypes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 84-90, 2015.

BARRETO, H. G.; SANTOS, L. B.; OLIVEIRA, G. I. S.; SANTOS, G. R.; FIDELIS, R. R.; SILVEIRA, M. A.; NASCIMENTO, I. R. Stability and adaptability in the yield and reaction to soil insects in commercial and experimental genotypes of sweet potato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 739-747, 2011.

BASÍLIO, L. S. P.; BORGES, C. V.; VARGAS, P. F.; FERNANDES, A. M.; CAMARGO, J. P. C.; BELIN, M. A. F.; FERRARINI, M. E. H.; LIMA, G. P. P. Potential of colored sweet potato genotypes as source of bioactive compounds, **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 21, n. 2, 2020.

BASÍLIO, L. S. P., MONTEIRO, G. C., VARGAS, P. F., VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P. Pluralidade da batata-doce do campo à mesa: uma revisão narrativa. **Open science research**, Berlin, v. 1, p. 174-190, 2022.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 529 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 523 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. 543 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 8 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. 384 p.

BRASIL. **Lei nº 9.456, de 25 de Abril de 1997**. Brasília, DF: Brasil, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9456.htm. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Proteção de cultivares no Brasil**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2011. 202 p.

CARDOSO, A.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 911-914, 2005.

CARMONA, P. A. P.; PEIXOTO, J. R.; AMARO, G. B.; MENDONÇA, M. A. Genetic divergence of sweet potato accessions based on morpho-agronomic descriptors of the roots. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, 2015.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Registro e proteção de cultivares pelo setor público: a experiência do programa de melhoramento de Capsicum da Embrapa Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 135-138, 2009.

CASTRO, L. A. S.; BECKER, A.; NORONHA, A.; OLIVEIRA, R. P.; DUTRA, L. **BRS Gaita: Cultivar de batata-doce**. Pelotas: Embrapa Clima temperado, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1089577/brs-gaita-cultivar-de-batata-doce>. Acesso em: 09 out. 2023.

CECILIO FILHO, A. R.; NASCIMENTO, S. M. C.; VARGAS, P. F. Agronomic performance of sweet potato with different potassium fertilization rates, **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 588-592, 2016.

CHIOMENTO, J. L. T.; SILVEIRA, D. C.; REICHERT JÚNIOR, F. W.; DORNELLES, A. G.; TRENTIN, T. S.; CRAVERO, V. P. Prediction of the stability and yield in nine strawberry cultivars in Brazil over two cycles. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Abingdon, v. 99, n. 2, p. 1-8, 2023.

CLIMATE DATA. **Climate data for cities worldwide**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://en.climate-data.org>. Acesso em: 15 jun. 2023.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1994. 390 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. 390 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2014. 668 p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, p. 271-276, 2013.

ECHER, F. R.; CRES, J. E.; TORRE, E. J. R. L. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente: Ed. do Autor, 2015. 94 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Hortaliças em revista: Programa de melhoramento genético de batata-doce busca aumento de produtividade e qualidade das raízes**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1091419/hortalicas-em-revista-programa-de-melhoramento-genetico-de-batata-doce-busca-aumento-de-produtividade-e-qualidade-das-raizes>. Acesso em: 24 out. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Melhoramento genético desenvolve batata-doce para produção de chips**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/20819112/melhoramento-genetico-desenvolve-batata-doce-para-producao-de-chips>. Acesso em 24 out. 2023.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. de; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 183 p.

FERNANDES, A. M.; MELLO, A. F. S.; MOURA, A. P.; LOPES, C. A.; ECHER, F. R.; SANTOS, F. H. C.; AMARO, G. B.; SILVA, G. O.; GUEDES, I. M. R.; PINHEIRO, J. B.; GUIMARÃES, A. A.; SILVA, J.; VENDRAME, L. P. C.; PILON, L.; JORGE, M. H. A.; BRAGA, M. B.; MELO, R. A. C.; PEREIRA, R. B. **Sistema de produção de batata-doce**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. v. 9. 66 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **The State of Food Insecurity in the World. Strengthening the Enabling Environment for Food Security and Nutrition**. Rome: FAO, 2014. 57 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf>. Acesso em 23 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **FAOSTAT**. Rome: FAO 2018, Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 24 jun. 2023.

FOLQUER, F. **La batata (camote)**: estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1978. 145 p.

FURLANETO, F. P. R.; FIRETTI, R.; MONTES, S. M. N. M. Comercialização, custos e indicadores de rentabilidade da batata doce. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2012.

GARG, M.; SHARMA, N.; SHARMA, S.; KAPOOR, P.; KUMAR, A.; CHUNDURI, V.; ARORA, P. Biofortified crops generated by breeding, agronomy, and transgenic approaches are improving lives of millions of people around the world. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 5, p. 5-12, 2018.

GRÜNEBERG, W. J.; DIAZ, F.; EYZAGUIRRE, J. R.; ESPINOZA, G.; BURGOS, T.; zum FELDE T.; ANDRADE, M. I.; MWANGA, R. Heritability estimates for an accelerated breeding scheme (ABS) in clonally propagated crops: using sweetpotato as a model. *In*: INTERNATIONAL ISTRC SYMPOSIUM: TROPICAL ROOTS AND TUBERS IN A CHANGING CLIMATE: A CRITICAL OPPORTUNITY FOR THE WORLD, 15., 2009, Lima. **Anais [...]** Lima, 2009.

GUL, S.; KHAN, N. U.; BALOCH, M.; LATIF, A.; KHAN, I. A. Genotype by environment and phenotypic adaptability studies for yield and fiber variables in upland cotton. **Journal of Animal and Plant Sciences**, Nairobi, v. 26, n. 3, p. 776-786, 2016.

HUAMÁN, Z. **Morphologic identification of duplicates in collections of *Ipomoea batatas***. Lima: International Potato Center, 1992. 28 p.

INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE – IFPRI. **The challenge of Hunger 2007**. Washington: IFPRI, 2007. 62 p. Disponível em: <https://www.ifpri.org/publication/2007-global-hunger-index-challenge-hunger>. Acesso em: 23 out. 2023.

INTERNATIONAL POTATO CENTER – CIP. **Camote**. Lima: CIP, 2018. Disponível em: <https://cipotato.org/es/sweetpotato/>. Acesso em: 18 out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção da lavoura temporária**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>>. Acesso em 19 out. 2023.

JONES, A. Sweet potato. *In*: FEHR, W. R.; HADDEY, H. H. **Hybridization of crop plants**, Madison: American Society of the Agronomy, 1980. p. 645-655,

KATAYAMA, K.; KOBAYASHI, A.; SAKAI, T.; KURANOUCI, T.; KAI, Y. Recent progress in sweetpotato breeding and cultivars for diverse application in Japan, **Breeding Science**, Kyoto, v. 67, n. 1, p. 3-14, 2017.

LEITE, M. V.; CAMPOS, S. R. F. Aspectos legais da produção, comercialização, e do uso de sementes no Brasil. *In: AVIANI, D.M.; HIDALGO, J. A. F. **Proteção de cultivares no Brasil***. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2011, p. 93-96.

LIMA, R. B. M.; FERREIRA, H. A.; CAVALCANTE, A. F.; SANTOS, L. G. M. L.; VIEIRA, R. C. S.; ASSUNÇÃO, M. L. Coverage and educational actions related to the national vitamin A supplementation program: a study in children from the state of Alagoas. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 2, p. 184-192, 2020.

LIMA, M. A. A.; FERREIRA, M. E.; SÁNCHEZ, C. Batata-doce. **Revista de ciência elementar**, Porto, v. 11, n. 2, p. 1-5, 2023.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.

LOPES, B. G.; OTOBONI, M. E. F.; VARGAS, P. F.; PAVAN, B. E.; OLIVEIRA, D. J. L. S. F. Canonical correlation and direct and indirect effect on the selection of sweet potato accessions collected in Vale do Ribeira. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 11, n. 11m e493111134022, p. 1-11, 2022.

MARCOS, R. A.; FRANCISCO, E. G.; BORGES, A. L. O.; GUDO, R. M. M. G.; JOÃO, E. S. F. Agricultura familiar no norte de Moçambique: estratégias de produção agroecológica de batata-doce de polpa alaranjada. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Jandaia, v.19, n. 42, p. 383-395, 2022.

MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tucuman, v. 13, n. 14, p. 105-27, 1976.

MARTINS FILHO, J. B. **Aspectos técnicos, econômicos e sociais da produção de batata doce**. 2021. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MASSAROTO, J. A.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A.; FRANCO, H. D.; GASPARINO, C. F. Behavior of roots of sweet potato clones. **Ambiência**, Guarapuava, v. 10, n. 1, p. 73-81, 2014.

MASSEM, D. S.; SOMAVILLA, A.; FRONZA, R. T. L.; MEDEIROS, V. V.; SILVA, P. U.; MICHELON, C. J.; JUNGES, E. J.; CARVALHO, J. F. C. Adaptability and productivity of sweet potato cultivars submitted to organic fertilization in the municipalities of Santa Maria and Estrela Velha – RS. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 8, n. 2, p. 11668-11678, 2022.

McCUBBIN, A. G.; KAO, T. H. Molecular recognition and response in pollen and pistil interactions. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, Palo Alto, v. 16, n. 1, p. 333-364, 2000.

MELLO, J. F. **Taxonomia, filogenia e patogenicidade de espécies de botryosphaeriaceae associadas com a podridão de raízes e ramos de batata-doce (*Ipomoea batatas*) no Brasil**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

MENDOZA, J. D. S. **Produtividade e características físico-químicas de acessos de batata-doce procedentes de comunidades quilombolas do Vale do Ribeira/SP**. 2017. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Olerícolas: batata-doce**. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/olericolas>. Acesso em: 14 nov. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, **Cultivar Web: Registro Nacional de Cultivares**, 2023a. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 20 out. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, **Valor de cultivo e uso: VCU**. Brasília, DF: MAPA, 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares-2013-rnc-1/valor-de-cultivo-e-uso-2013-vcu>. Acesso em: 20 out. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, **Proteção de cultivares: Olerícolas**. Brasília, DF: MAPA, 2023c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/olericolas>. Acesso em: 25 out. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. **Novas regras para uso de sementes no país entram em vigor em março de 2023**. Brasília, DF: MAPA, 2023d. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/novas-regras-para-uso-de-sementes-no-pais-entram-em-vigor-em-marco-de-2023>. Acesso em 15 out. 2023.

MONTES, S. M. N. M. **Cultura da batata-doce: do plantio à comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2013. 80 p.

MORAIS, H. C. **Avaliação agrônoma e estabilidade de genótipos de batata doce selecionados para a produção de etanol**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Câmpus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

MOREIRA, S. O.; SILVA, M. G. M.; RODRIGUES, R.; VIANA, A.P.; PEREIRA, M.G. Breeding methods and history of bean cultivars released in CBAB: Crop breeding and applied biotechnology. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 10, p. 345-350, 2010.

MWANGA, R. O. M.; ANDRADE, M. I.; CAREY, E. E; LOW, J. W.; YENCHO, G. C.; GRUNEBERG, W. J. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.). *In*: CAMPOS, H.; CALIGARI, P. D. S. **Genetic improvement of tropical crops**. [S. l.]: Springer, 2017. Cap. 6, p. 181-218.

NASCIMENTO, K. O.; ROCHA, D. G. C. M.; SILVA, E. B.; BARBOSA-JUNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J.; NASCIMENTO, C. O. Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas*) orgânica e biofortificada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n. 1, p. 132-138, 2013.

OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A. V.; BOTREL, M. A.; PINHO, R. G.; RODRIGUES, J. A. S.; LOPES, F. C. F.; MIRANDA, J. E. C. Adaptabilidade e Estabilidade em Cultivares de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, p. 883-889, 2002.

OLIVEIRA, D. J. L. S. F.; OTOBONI, M. E. F.; PAVA, B. E.; FERNANDES, A. D.; VARGAS, P. F. Agronomic characterization of sweet potato genotypes obtained through crossbreeding, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 4, p. 839-874, 2022.

OLDONI, F. C. A.; CONCEIÇÃO, G. C.; NOGAHAMA, H. J.; GARRIDO, M. S. Bioestimulante para o crescimento inicial de batata-doce. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 37, n. 3, e26698, 2020.

OTOBONI, M. E. F.; OLIVEIRA, D. J. L. S. F.; VARGAS, P. F.; PAVAN, B. E.; ANDRADE, M. I. Genetic parameters and gain from selection in sweet potato genotypes with high betacarotene content. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, e31632038, 2020.

OTOBONI, M. E. F.; OLIVEIRA, D. J. L. S. F.; PAVAN, B. E.; ANDRADE, M. I.; VARGAS, P. F. Genotype × environment interaction for the agronomic performance of high β -carotene sweetpotato. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 44, n. 1, e55766, 2022.

OTOBONI, M. E. F.; ALVEIRA, P.; SILVA, A. J. M.; OLIVEIRA, D. J. L. S. F.; PAVAN, B. E.; VARGAS, P. F. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de batata-doce no Noroeste Paulista. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 12., 2023, Caxambu. **Anais [...]** Caxambu: SBMP, 2023.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; PELOSO, M. J. D.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; DÍAZ, J. L. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Comparison of methods for phenotypic adaptability and stability analysis in common bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 4, p. 374-383, 2009.

PEREIRA, J. A. **Sementes botânicas de batata-doce submetidas a quebra de dormência**: avaliação enzimática, anatômica e fisiológica. 2021. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Ciências Agrárias de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Nobel: São Paulo, 1987. 466 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológicas, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65 p. (Documento, 100).

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 16, p. 330-339, 2016.

RIBEIRO, C. S. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Genética e melhoramento, *In*: RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 55-70.

RITSCHER, P. S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C. A.; MENÊZES, J. E.; TORRES, A. C. **Catálogo de germoplasma de batata-doce**: coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. Brasília, DF: EMBRAPA – CNPH, 1999. 47 p.

ROMAGOSA, I.; FOX, P. N. Genotype x environment interaction and adaptation, *In*: HAYWARD, M. D., BOSEMARK, N. O.; ROMAGOSA, I. **Plant breeding**: principles and prospects. London: Chapman and Hall, 1993. p. 374-390.

ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 7, p. 964-971, 2012.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. 118 p.

ROSSEL, G. **Cultivated sweetpotato germplasm collection**. Lima: CIP, 2021. Disponível em: <https://cipotato.org/genebankcip/process/sweetpotato/sweet-cultivated/>. Acesso em: 19 out. 2023.

SÁNCHEZ, C.; SANTOS, M.; VASILENKO, P. **Batata-doce branca, roxa ou alaranjada?:** avaliação qualitativa e nutricional. Caracas: Vida Rural, 2019. p. 30-32. (Dossier Técnico). Disponível em: https://projects.inia.vt.pt/BDMIRA/images/artigos-tecnicos/Batata-doce_branca_roxa_alaranjada.pdf. Acesso em: 23 out. 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590 p.

SANTOS NETO, A. R.; SILVA, T. O.; BLANK, A. F.; SILVA, J. O.; FILHO, R. N. A. Yield of sweet potato clones in response to nitrogen doses. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 35, p. 445-452, 2017.

SILVA, H. C. **Seleção de clones de batata-doce de polpa alaranjada**. 2021. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 2021.

SILVA, J.; FERREIRA, P. V.; OLIVEIRA, F. S.; TEIXEIRA, J. S.; SILVA, M. T.; SANTOS, D. G. Características de raízes tuberosas de clones de batata-doce por meio de técnicas multivariadas para seleção de genótipos superiores. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 1, p. 33-38, 2018.

SILVA, J. A. S.; PEREIRA, J. W. L.; VALADARES, R. N.; LIMA, R. S. R.; SILVA, F. F.; GUISELINI, C.; MENEZES, D. Adaptability and stability of eggplant submitted to different levels of shading via REML/BLUP. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 40, n. 1, p. 99-105, 2022.

SILVA, J. B. C.; LOPES C. A.; MAGALHÃES, J. S.: **Batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. (Sistemas de produção, 6).

SILVA, J. B. C.; MELO, W. F.; BUSO, J. A.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, P. G. B.; CARVALHO, J. L. V.; NUNES, M. U. C.; FARIAS, A. **Beauregard: Cultivar testada e indicada de batata-doce**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/781555/beauregard-cultivar-testada-e-indicada-de-batata-doce-batata-doce-vitaminada>. Acesso em: 09 out. 2023.

SILVA G. O.; SUINAGA F. A.; PONIJALEKI, R.; AMARO, G. B. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados como rendimento de raiz. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n. 4, p. 333-341, 2015.

SILVA, R. S. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens de algodoeiro herbáceo para as condições do semiárido nordestino**. 2019. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

SILVEIRA, M. A. **Batata-doce: uma nova alternativa para a produção de etanol**. Brasília, DF: IEL/NC, 2008. p. 109-122. (Indústria em perspectiva).

SIMÕES, A. N.; DE ALMEIDA, S. L.; BORGES, C. V.; FONSECA, K. S.; BARROS JUNIOR, A. P.; DE ALBUQUERQUE, J. R. T.; CORRÊA, C. R.; MINATEL, I. O.; MORAIS, M. A. S.; DIAMANTE, M. S. Delaying the harvest induces bioactive compounds and maintains the quality of sweet potatoes, **Journal of Food Biochemistry**, Hoboken, v. 44, n. 8, p. e13322, 2020.

SINGH, G. **Plant systematics: an integrated approach**. 3. ed. Rawalpindi: Science Publishers, 2010. 702 p.

SOARES, A. A.; REIS, M. S.; CORNELIO, V. M. O.; LEITE, N. A.; SANTOS, V. B.; RESENDE, M. D. V.; SOARES, P. C. Estabilidade e adaptabilidade de cultivares e linhagens de arroz de terras altas, estimadas por modelo misto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. **Anais [...]**, Porto Alegre: Sosbai, 2009. p. 1-4.

SOUZA, R. M. D.; AMARO, G. B.; PEIXOTO, J. R.; VILELA, M. S.; CARMONA, P. A. O.; THOMÉ, K. M. Caracterização de clones de batata-doce mantidos no banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças. **Journal of Chemical Information and Modeling**, Washington, v. 53, n. 9, p. 1689-1699, 2019.

STEINBAUER, C. E.; KUSHMAN, L. J. **Sweet-potato culture and diseases**. Washington: United States Department of Agriculture, 1971. 74 p.

SWAIN, M. R.; MISHRA, J.; THATOI, H. Bioethanol production from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour using co-culture of *Trichoderma sp.* and *Saccharomyces cerevisiae* in solid-state fermentation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 56, n. 2, p. 171-179, 2013.

TANG, Y.; CAI, W.; XU, B. Profiles of phenolics, carotenoids and antioxidative capacities of thermal processed white, yellow, orange and purple sweet potatoes grown in Guilin, China. **Food Science and Human Wellness**, Beijing, v. 4, n. 3, p. 123-132, 2015.

VALARES, R. N.; BEZERRA, I. D. V.; SILVA, C. A.; NÓBREGA, D. A.; MENEZES, D. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de berinjela sob altas temperaturas via procedimento REML/BLUP. **Revista Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, n. 1, p. 1-11, 2022.

VARGAS, P. F.; GODOY, D. R. Z.; DE ALMEIDA, L. C. F.; CASTOLDI, R. Agronomic characterization of sweet potato accessions. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 8, n. 1, p. 116-125, 2017.

VIDAL, A. R.; ZAUCEDO-ZUÑIGA, A. L.; RAMOS-GARCIA, M. L. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Sonora, v. 19, n. 2, 2018.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, E. D. S.; CASTRO, L. A. S. D.; RAPHAELLI, C. D. O.; KROLOW, A. C. Mineral composition of sweet potato genotypes with coloured pulps and their consumption adequacy for risk groups. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, 2018.

YOKOMIZO, G. K. I.; SANTOS, I. C. Estabilidade de produção em cultivares comerciais de soja no cerrado do Amapá, AP. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 12, n. 5, p. 7-13, 2018.

Apêndice A - Caracterização morfológica de caracteres de parte aérea de 13 genótipos de batata-doce em um ensaio de Distingüibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Ilha Solteira-SP, 2024. Continua.

Gen	Caracteres avaliados																
	HC	CET	DEN	PAE	PABI	PAN	PUB	PP	CP	CFJ	NLB	FOR	PFL	CF	PAF	EPV	CV
21-06	Rasteiro	Médio	Pequeno	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Média	Ausente ou esparsa	Ausente ou muito fraca	Médio	Verde média	Cinco	-	Média a profunda	Verde	Ausente ou fraca	Longa	Forte
21-21	Rasteiro	Médio	Pequeno	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Densa	Ausente ou muito fraca	Médio	Verde média	Cinco	-	Média a profunda	Verde	Ausente ou fraca	Ausente ou muito curta	Fraca
24-04	Rasteiro	Curto	Médio	Forte	Ausente ou fraca	Forte	Média	Muito forte	Médio	Verde média	Cinco	-	Rasa a média	Verde	Ausente ou fraca	Muito longa	Forte
25-27	Rasteiro	Curto	Médio	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou esparsa	Ausente ou muito fraca	Longo	Verde escura	Cinco	-	Média	Verde	Ausente ou fraca	Curta	Fraca
31-01	Rasteiro	Médio	Pequeno	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Densa	Ausente ou muito fraca	Médio	Marrom arroxeada	Cinco	-	Rasa a média	Verde	Média	Curta	Média
31-12	Rasteiro	Médio	Pequeno	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou esparsa	Ausente ou muito fraca	Médio	Verde média	Cinco	-	Profunda	Verde	Ausente ou fraca	Curta	Média
31-22	Rasteiro	Médio	Pequeno	Forte	Ausente ou fraca	Forte	Ausente ou esparsa	Muito forte	Médio	Verde média	Cinco	-	Média a profunda	Verde	Ausente ou fraca	Longa	Forte
52-23	Rasteiro	Médio	Pequeno	Forte	Média	Forte	Média	Forte	Médio	Verde média	Cinco	-	Média	Verde	Ausente ou fraca	Muito longa	Forte
55-20	Rasteiro	Curto	Pequeno	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou esparsa	Ausente ou muito fraca	Médio	Verde escura	Ausente	Codiforme	-	Verde	Ausente ou fraca	Curta	Fraca
56-23	Rasteiro	Médio	Médio	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Densa	Ausente ou muito fraca	Médio	Marrom arroxeada	Cinco	-	Média	Verde	Ausente ou fraca	Curta	Média

Apêndice A - Caracterização morfológica de caracteres de parte aérea de 13 genótipos de batata-doce em um ensaio de Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Ilha Solteira-SP, 2024. Conclusão.

Gen	Caracteres avaliados																
	HC	CET	DEN	PAE	PABI	PAN	PUB	PP	CP	CFJ	NLB	FOR	PFL	CF	PAF	EPV	CV
60-05	Rasteiro	Médio	Pequeno	Forte	Ausente ou fraca	Forte	Densa	Muito forte	Médio	Marrom arroxeada	Cinco	-	Profunda	Verde	Ausente ou fraca	Longa	Forte
60-07	Rasteiro	Curto	Pequeno	Forte	Média	Forte	Média	Muito forte	Médio	Marrom arroxeada	Cinco	-	Média a profunda	Verde	Ausente ou fraca	Longa	Forte
60-26	Rasteiro	Médio	Médio	Ausente ou fraca	Ausente ou fraca	Forte	Média	Ausente ou muito fraca	Médio	Verde escura	Ausente	Codiforme	-	Verde	Ausente ou fraca	Muito longa	Forte

Gen: Genótipo; Hábito de crescimento (HC), Comprimento do entrenó (CET), Diâmetro do entrenó (DEN), Pigmentação antocianínica do entrenó (PAE), Pigmentação antocianínica na brotação inicial (PABI), Pigmentação antocianínica no nó (PAN), Pubescência na brotação inicial (PUB), Pigmentação do pecíolo (PP), Comprimento do pecíolo (CP), Cor principal na face superior da folha jovem (CFJ), Número de lóbulo (NLB), Formato de lóbulo da folha (FOR), Profundidade do lóbulo da folha (PFL), Cor da folha (CF), (PAF) Pigmentação antocianínica na face superior da folha. Extensão da pigmentação antocianínica nas veias da face inferior da folha (EPV), Coloração antocianínica nas veias inferiores da folha (CV). Fonte: Próprio autor adaptado de MAPA (2020).

Apêndice B - Caracterização morfológica de caracteres de raiz de 13 genótipos de batata-doce em um ensaio de Distinguiabilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE). Ilha Solteira-SP, 2024.

Gen	Caracteres avaliados					
	FR	CPPEL	CSPEL	CPPOL	CSPOL	OLH
21-06	Elíptico	Amarelo	Branca	Amarelo	Laranja	Rasa
21-21	Oval	Amarelo	Amarela	Laranja	Laranja	Rasa
24-04	Oblongo	Amarelo	Amarela	Laranja	Laranja	Rasa
25-27	Oblongo	Bege claro	Ausente	Laranja	Amarelo	Média
31-01	Oval	Roxa clara	Branca	Laranja	Laranja	Média
31-12	Oblongo	Laranja	Amarela	Laranja	Amarelo	Rasa
31-22	Oblongo	Laranja amarronzada	Branca	Laranja	Amarelo	Média
52-23	Oval	Laranja	Ausente	Laranja	Laranja	Rasa
55-20	Oblongo	Amarelo	Ausente	Laranja	Amarelo	Média
56-23	Oval	Rosa	Amarela	Laranja	Amarelo	Média
60-05	Oblongo	Bege claro	Branca	Laranja	Laranja	Rasa
60-07	Oboval	Laranja amarronzada	Amarela	Amarelo	Laranja	Rasa
60-26	Oblongo	Branca	Branca	Branca	Branca	Média

Gen: Genótipo; Formato da raiz (FR), Cor principal da pele da raiz (CPPEL), Cor secundária da pele da raiz (CSPEL), Cor principal da polpa da raiz (CPPOL), Cor secundária da polpa da raiz (CSPOL) e Profundidade dos olhos da raiz (OLH). Fonte: Próprio autor adaptado de MAPA (2020).