

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INTERAÇÃO GENÓTIPO POR AMBIENTE E
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM GENÓTIPOS DE
BATATA-DOCE BIOFORTIFICADOS**

Fishua José Upuere Dango

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INTERAÇÃO GENÓTIPO POR AMBIENTE E
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM GENÓTIPOS DE
BATATA-DOCE BIOFORTIFICADOS**

Fishua José Upuere Dango

Orientador: Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Genética e Melhoramento de
Plantas)**

2024

D182i

Dango, Fishua José Upuere

Interação genótipo por ambiente e adaptabilidade e estabilidade em genótipos de batata-doce biofortificados / Fishua José Upuere Dango.

-- Jaboticabal, 2024

77 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Pablo Forlan Vargas

Coorientador: Bruno Ettore Pavan

1. *Ipomoea batatas*. 2. Parâmetros genéticos. 3. Herdabilidade. 4. Análise qualitativa. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INTERAÇÃO GENÓTIPO POR AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADOS

AUTORA: FISHUA JOSÉ UPUERE DANGO
ORIENTADOR: PABLO FORLAN VARGAS
COORDENADOR: BRUNO ETTORE PAVAN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS (Participação Presencial)
Departamento de Agronomia e Recursos Naturais / FCAVR UNESP Registro



Documento assinado digitalmente
PABLO FORLAN VARGAS
Data: 28/02/2024 14:38:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. HAMILTON CÉSAR DE OLIVEIRA CHARLO (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM)



Documento assinado digitalmente
HAMILTON CESAR DE OLIVEIRA CHARLO
Data: 29/02/2024 08:37:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pesquisadora Dra. MARIA ISABEL VAZ DE ANDRADE (Participação Virtual)
International Potato Center / Maputo/Moçambique

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2024

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

FISHUA JOSÉ UPUERE DANGO – nascida em 04 de fevereiro de 1992, na cidade de Quelimane, localizada na província de Zambézia, filha de Maria Duarte Chissulo e José Upuere Dango. Ingressou no curso de Agropecuária em março de 2013, na Universidade Pedagógica de Moçambique – Escola Superior Técnica, graduando-se em dezembro de 2019. Durante a graduação trabalhou em projetos de extensão, realizando também monitorias e estágios na fazenda de agricultores. Realizou o estágio supervisionado obrigatório no campo experimental da Escola Superior Técnica - Produção de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L). Em março de 2022, ingressou no curso de mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, tendo desenvolvido o projeto de dissertação como bolsista CNPq.

Jeremias 33:3.

Clama a mim, e responder-te-ei, e anunciar-te-ei coisas grandes e firmes que não sabes.

Habacuque 2:2

Então o Senhor me respondeu, e disse: Escreve a visão e torna-a bem legível sobre tábuas, para que a possa ler quem passa correndo.

O medo todos temos: O sonho é individual: Cada ser tem seu ideal.

O meu, teu, nosso sonho é maior que o medo. O sonho constrói vidas o medo destrói vidas (P.F. Vargas 2023)

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por me ter proporcionado vida e energia suficiente para que dia após dia, consiga enfrentar a vida, sem o qual seria impossível vivenciar essa experiência.

Aos meus pais, José Upuere Dango (*in memorian*) e Maria Duarte Chissulo; e, aos meus irmãos, Tongay, Vanda, Edu, Mauro, Celma (*in memorian*), Lay, Zefa, Tony, Mafava, Joyceline, Guidion pelo apoio em todos os momentos.

Meu orientador Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas, por todo apoio prestado com paciência, dedicação, responsabilidade, conselhos, e por contribuir na minha caminhada acadêmica. Ao meu coorientador Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan por todo apoio, conselhos, por contribuir na minha caminhada estatística. A vossa contribuição foi enorme, gratidão.

À Dra. Maria Isabel Andrade, uma mãe por toda assintência profissional, pessoal e conselhos nessa caminhada. Toda ajuda foi de extrema importância, sou grata por tudo.

Aos meus colegas Darllan Oliveira e Maria Eduarda Otoboni, pelas correções e as análises profundas em todos aspectos para melhoria do trabalho. A Geissiane Toledo, Natáli Carmo, Izabella Okuma, Letícia Pereira, Erika Arroyo, Oscar Carmona, Edvaldo Nhanombe, Politon Guedes a quem lhes devo muito pelos ensinamentos e contribuições. Aos meus amigos, Anita Sumburane, Alexsandra Pereira e Afonso Fançone, o meu obrigado pelo suporte.

Ao Prof. Dr. Alex Mendonça de Carvalho, Profa. Dra. Liliam Silvia Cândido e Prof. Dr. Hamilton César de Oliveria Charlo pelas ricas contribuições na qualificação e defesa. Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, Inauro Santana de Lima e Reinaldo Aparecido, por toda ajuda e disponibilidade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. A agência de fomento e pesquisa CNPQ, pela oportunidade e apoio financeiro para a realização do trabalho. O Programa de Pós-graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) da Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinária da Unesp

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	15
2.2 Importância socioeconômica.....	16
2.3 Melhoramento genético da batata-doce.....	17
2.4 Interação genótipo x ambiente	19
2.5 Adaptabilidade e estabilidade	21
2.6 Metodologia REML/BLUP	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Local do experimento	23
3.2 Delineamento e descrição das cultivares e genótipos de batata doce....	27
3.3 Análise química dos solos.....	31
3.4 Multiplicação do material vegetativo	31
3.5 Implantação e condução dos experimentos.....	32
4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1 INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE	40
5.1.1 Análise de variância conjunta.....	40
5.1.2 Parâmetros genéticos.....	42
5.2 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PELA METODOLOGIA MHPRVG	55
6. CONCLUSÃO.....	66
7. REFERÊNCIAS.....	67
8. APÊNDICES.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção total (t) e área plantada (ha^{-1}) de batata-doce dos dez estados maiores produtores do Brasil, em 2022.....	17
Tabela 2 – Cultivares testemunhas (UNESP Maria Rita, Amélia, Beauregard).....	27
Tabela 3 - Características químicas e físicas do solo, utilizado no experimento de Jaboticabal e Botucatu.....	21
Tabela 4 – Estrutura análise de variância conjunta, optando por quadrado médio (optando por genótipo como fixo e blocos, ambiente, resíduo como aleatórios)	39
Tabela 5 - Resumo da análise de variância conjunta dos experimentos avaliados nos ambientes Botucatu e Jaboticabal, considerando 21 genótipos, durante os anos de 2021 e 2022 para as características Produtividade comercial (PC), Teor de massa seca (TMS), Ângulo de saturação (CHROMA), Representação da tonalidade da cor no ângulo (Hue Trans), Formato geral (FG), Resistencia a insetos (RI), Olhos (Olh), Vei (Veias) e Lenticelas (Len).....	41
Tabela 6 – Estimativas de parâmetros genéticos em caracteres agrônômicos e qualitativos de batata-doce.....	44
Tabela 7 - Média dos genótipos de batata-doce em Botucatu e Jaboticabal, nos anos de 2021 e 2022 para as características Produtividade comercial (PC), Teor de massa seca (TMS), Ângulo de saturação (CHROMA), Representação da tonalidade da cor no ângulo (Hue), Formato geral (FG), Resistencia a insetos (RI), Olhos (Olh), Vei (Veias) e Lenticelas (Len).....	50
Tabela 8 - Estimativa de componentes de variação para as características de produtividade comercial (PC), teor de massa seca (TMS), chroma, hue, resistência a insetos, olhos e lenticelas para análise conjunta de 21 genótipos de batata-doce em Jaboticabal e Botucatu.....	58
Tabela 9 – Resumo do efeito da interação genotípica e ambiental em 21 genótipos na característica Hue.....	59
Tabela 10 – Ordenação dos 21 melhores genótipos de batata-doce com base em produtividade comercial (t ha^{-1}) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) e Estabilidade e Adaptabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).....	61
Tabela 11 – Ordenação dos 21 melhores genótipos de batata-doce com base em teor de massa seca (%) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade	

(PRVG) e Estabilidade e Adaptabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG)	63
--	----

Tabela 12 – Ordenação dos 21 melhores genótipos de batata-doce com base em chroma para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) e Estabilidade e Adaptabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).	65
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa mental, representando a etapa inicial, na obtenção do material vegetal na casa de vegetação, plantio no campo definitivo e análise das amostras.....	24
Figura 2 - Miniestacas em badejas.....	25
Figura 3 - Preparo do solo e adubação de fundo.....	26
Figura 4 - Corte de rama nas plantas matrizes (A) e Plantio (B).....	32
Figura 5 - Irrigação dos campos por aspersão.....	32
Figura 6 - PE1-Plantio 17/12/2021 (Jaboticabal); PE2-Plantio 21/02/2022 (Jaboticabal); PE3-Plantio 02/04/2022 (Jaboticabal); CE1-Colheita 26/04/2022 (Jaboticabal); CE2-Colheita 22/06/2022 (Jaboticabal); CE3-Colheita 23/09/2022 (Jaboticabal).....	33
Figura 7 - PE4-Plantio 20/12/2021(Botucatu); PE5-Plantio 20/02/2022(Botucatu); PE6-Plantio 06/04/2022 (Botucatu); CE4-Colheita 20/04/2022 (Botucatu); CE5-Colheita 24/06/2022 (Botucatu); CE6-Colheita 21/09/2022 (Botucatu).....	33
Figura 8 - Escala de notas para a avaliação de formato geral das raízes.....	35
Figura 9 - Escala de notas para a avaliação de resistência à insetos de solo.....	35
Figura 10 - Escala de notas para a avaliação de olhos nas raízes.....	36
Figura 11 - Escala de notas para a avaliação de veias nas raízes.....	37
Figura 12 - Escala de notas para a avaliação de lenticelas nas raízes.....	37
Figura 13 - Corte transversal da batata-doce (A), Leitura da batata-doce no colorímetro(B).....	38

INTERAÇÃO GENÓTIPO POR AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADOS

RESUMO - A avaliação do desempenho agronômico é imprescindível para recomendação de genótipos de alto rendimento a ambientes favoráveis e desfavoráveis, incrementando deste modo a produção. Assim, neste estudo, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico de genótipos de batata-doce biofortificados carotenoides. Três experimentos foram conduzidos em dois locais (Jaboticabal e Botucatu), em delineamento de blocos casualizados, com nove plantas por parcela e três repetições. Em cada experimento avaliaram-se 18 genótipos de batata-doce e três cultivares comerciais, totalizando assim 21 tratamentos. As variáveis avaliadas aos 120 dias depois do plantio foram: produtividade, produtividade comercial, número de raízes total, número de raízes comerciais, número de raízes não comerciais, massa média de raízes, massa média de raízes comerciais, teor de massa seca nas raízes, produção de massa seca, formato geral, resistência à insetos, olhos, veia, lenticelas, chroma, hue. As características apresentaram interação genótipo x ambiente para 77,78% das variáveis. O coeficiente de variação variou de 3,11 a 27,63, produtividade comercial foi 3,11, teor de massa seca 8,42, chroma 6,44, hue 8,17, formato geral 27,63, resistência a insetos 14,50, Olhos 18,41, Veias 27,17 e lenticelas 11,88. Em Botucatu, na época de verão, dezembro a abril apresentou os melhores resultados e por isso foi considerado o mais apropriado para o cultivo de batata-doce. Os genótipos CERAT60-05, CERTA56-23, CERAT60-26, CERAT35-11, foram os que obtiveram melhores resultados. Os genótipos CERAT56-23, CERAT35-11, CERAT31-12, CERAT24-02, CERAT21-06, CERAT60-05, CERAT60-26 e CERAT51-30 demonstram estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e adaptabilidade e estabilidade conjuntamente (MHPRVG).

Palavra chaves: *Ipomoea batatas*, parâmetros genéticos, herdabilidade.

GENOTYPE BY ENVIRONMENT INTERACTION AND ADAPTABILITY AND STABILITY IN BIOFORTIFIED SWEET POTATO GENOTYPES

ABSTRACT - The evaluation of agronomic and nutritional performance is mandatory to recommend high-yielding genotypes for engineered and unfavorable environments, thus increasing production. Therefore, this study aimed to evaluate the agronomic and nutritional performance of carotenoid biofortified sweet potato genotypes. Three experiments were extended in Jaboticabal and Botucatu, in a randomized block design, with nine plants per plot and three replications. In each experiment, 18 sweet potato genotypes and three commercial cultivars were evaluated, thus totaling 21 treatments. The evaluations evaluated 120 days after planting were: productivity, commercial productivity, number of total roots, number of commercial roots, number of non-commercial roots, average mass of roots, average mass of commercial roots, dry mass content in the roots, Dry mass production, general shape, insect resistance, eyes, vein, lenticels, chroma, hue. The characteristics interact genotype x environment interaction for 77.78% of the variables. The coefficient of variation ranged from 3.11 to 27.63, commercial productivity was 3.11, dry mass content 8.42, Chroma 6.44, Hue 8.17, general shape 27.63, insect resistance 14, 50, Eyes 18.41, Veins 27.17 and lenticels 11.88. The city of Botucatu, in the summer season from December to April, presented the best results and was therefore considered the most protective for the cultivation of sweet potatoes. The genotypes CERAT60-05, CERTA56-23, CERAT60-26, CERAT35-11, were those that obtained the best results. The genotypes CERAT56-23, CERAT35-11, CERAT31-12, CERAT24-02, CERAT21-06, CERAT60-05, CERAT60-26 and CERAT51-30 demonstrate stability (MHVG), adaptability (PRVG) and adaptability and stability together (MHPRVG).

Keywords: *Ipomoea potatoes*, Genetic parameters, heritability.

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) da família Convolvulácea é uma planta eudicotiledônea, herbácea, de caule rastejante e hexaploide ($6x=90$). Globalmente existem mais de 600 espécies do gênero *Ipomoea* e 13 delas estão na secção batatas (Stathers et al., 2013).

A batata-doce é uma planta alógama e seu mecanismo de autoincompatibilidade conduz à polinização cruzada e, conseqüentemente, a um alto grau de heterozigose (Oliveira et al., 2002). Para o desenvolvimento de novas cultivares, os cruzamentos direcionados requer técnicas de hibridação, retrocruzamentos e custos elevados para sua condução.

Dentre os vegetais mais consumidos no mundo encontra-se a batata-doce, uma das culturas de raízes mais importantes, cujo cultivo se dá em mais de 110 países, apresentando-se como um alimento básico tradicional em países tropicais, embora seja amplamente cultivada em regiões subtropicais e temperadas (MCGEE, 2014; Velho, 2016).

O Brasil ocupa 15º lugar entre os maiores produtores do mundo (FAO 2022). Os principais estados produtores são São Paulo (160,514 mil toneladas), Rio Grande do Sul (155,070 mil toneladas) e Ceará (116,668 mil toneladas) (IBGE 2023). A cultura de batata-doce ocupa o sexto lugar entre as hortaliças mais plantadas no Brasil, tendo sido produzidas 847.100 mil toneladas e gerado R\$ 1.413.645 milhões em valor de produção em 2022 (IBGE, 2023).

Apesar desta importância econômica, nutricional e social, no Brasil, o investimento na cultura é baixo. A maioria dos produtores rurais não atinge 10 t ha^{-1} , o que ocasiona a redução da produção e, conseqüentemente, da lucratividade (Ferreira et al., 2019; Costa, 2020). A produção com alto nível tecnológico, cultivares melhoradas, sistema de rega, adubação e manejo sanitário adequado permite produtividades de até 60 t ha^{-1} .

A cultura é plantada em praticamente todas as regiões do Brasil, uma vez que a planta é de fácil cultivo e amplamente adaptada aos diversos climas e solos, alta tolerância ao clima seco e baixo custo de produção.

O desenvolvimento de novas cultivares de batata-doce, através do melhoramento genético, tem tornado o foco em diversos trabalhos de pesquisa. Cultivares altamente promissoras estão à disposição do produtor e consumidor. No entanto, há predominância de pesquisas que buscam cultivares com aptidões para produção de raízes destinadas ao consumo de mesa. Estas aptidões exigem que as raízes apresentem características específicas para tal segmento do mercado (Stoski, 2014; Ringo, 2018).

Há crescente procura por alimentos nutritivos, que auxiliam no desenvolvimento humano. O teor de carotenoides presente na batata-doce biofortificada é precursor da vitamina A, está previne a cegueira, fortalece o sistema imunológico, reduz o risco de doenças cardíacas e cânceres.

Estudos de melhoramento genético da batata-doce tem sido desenvolvido com foco em melhoria das características qualitativas e quantitativas. A Embrapa Clima Temperado, IAPAR, UNESP, UFLA, UNOESTE entre outras instituições tem desenvolvido cultivares para atender ao mercado nacional. Cultivares com alta capacidade produtiva, resistentes a doenças, pragas e seca, biofortificada para carotenoides, duplo propósito no uso da raiz e rama, são alguns exemplos.

O estudo dos padrões de herança de características de produção indica que, para se obter maior eficiência de seleção, deve-se primeiro selecionar plantas de maior potencial produtivo, para somente então, avaliar em um número maior de ambientes (Cruz, 2004).

A alteração no desempenho relativo dos genótipos, em virtude de diferenças de ambiente, denomina-se interação genótipo x ambiente, que pode ser caracterizada pelo comportamento das cultivares não serem coincidentes nos diferentes ambientes aos quais esses indivíduos estão expostos. Três situações ilustram a interação G x E, sendo representadas pela ausência de interação, interação simples e complexa onde ocorre a variação no comportamento das cultivares em diferentes ambientes, caracterizando a ocorrência de interação genótipo x ambiente (Borém et al., 2017).

Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos genes que controlam o caráter ou o nível de expressão dos mesmos difere entre os ambientes. Isso ocorre porque a expressão dos genes é influenciada ou regulada pelo ambiente.

O programa de melhoramento de plantas está subdividido em três fases, a formação da população base para fins de melhoramento de bom desempenho, com ampla variabilidade genética e boa adaptação. Segundo o meio em que há preocupação na condução das famílias segregantes que permitam maximizar os ganhos diretos, indiretos ou simultâneos em características de importância e por último que dispõem do material genético melhorado e procura-se recomendá-los para regiões amplas ou específicas. Sendo o tempo médio para lançamento de uma cultivar de batata-doce de 3,5 a 4 anos. O que torna os estudos de interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade fundamentais (Cosme, 2005).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a interação genótipo por ambiente e adaptabilidade e estabilidade de genótipos elites de batata-doce biofortificados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Batata doce (*Ipomoea batatas*)

A batata doce é uma cultura rustica, de fácil cultivo e ampla adaptação, principalmente em ambientes de clima quente. As cultivares de batata-doce diferem entre elas de muitas formas, incluindo a cor, forma da folha, estrutura da rama, forma da raiz, cor da casca, cor da raiz de reserva, cor da polpa, sabor, textura, teor da massa seca, resistência a pragas e doenças e rendimentos (Azevedo et al., 2002).

As raízes têm formato redondo, redondo elíptico, elíptico, oval, obovante, oblonga, longo oblonga, longo elíptico, longo irregular ou curvo (Huamán, 1991). Segundo Azevedo et al. (2002) o formato da raiz é classificado como, formato sem comercialização, formato ruim ao comércio, formato desuniforme, formato próximo ao fusiforme e formato fusiforme.

A pele externa da raiz pode ser branca, amarela, vermelha, violeta (roxa) ou castanha, e a polpa branca, amarela, mistura de branco e amarelo, laranja e roxo, laranja e branco, laranja ou violeta (roxa) (Stathers et al., 2013).

As raízes tuberosas são revestidas por uma pequena camada de células, de aproximadamente 2 mm, denominada de periderme ou, comumente, de casca, enquanto a parte central é denominada de polpa, sendo que possuem colorações e formatos diferentes, dependendo do genótipo, podendo ainda conter veias, rachaduras e diferentes aspectos da pele (Silva et al., 2008).

Temperatura ideal para cultivo da batata-doce é 24 a 33°C. No inverno o crescimento da batata-doce é interrompido devido às baixas temperaturas e à ocorrência de geadas, com o plantio realizado apenas após essa estação (Martelócio et al., 2020). Altas temperaturas retardam o início de tuberização e a lignificação de raízes adventícias. A lignificação é um processo bioquímico que abrange desde a formação dos monolignóis até a polimerização da lignina na parede celular (Villordon et al., 2009).

Durante o período de crescimento das raízes tuberosas, níveis elevados de radiação solar combinados com temperaturas adequadas contribuem para maior produção de massa seca total e, conseqüentemente, para o rendimento das raízes tuberosas (Conceição et al., 2004; Erpen et al., 2013). A capacidade de produção de

assimilados e translocados da parte aérea para a raiz está diretamente relacionada a produtividade (Somasundaram et al., 2008).

A cultura se desenvolve bem em solos mais leves, soltos, com boa estrutura, fertilidade alta ou baixa, bem drenados e com boa aeração (Ribeiro et al., 2017). Solos argilosos ou compactados dificultam o desenvolvimento e formação das raízes diferentemente dos solos arenosos que facilitam a drenagem de água e nutrientes melhorando as condições de desenvolvimento da raiz.

A produtividade média de batata doce no Brasil é 14,54 t ha⁻¹ (IBGE, 2023). Com a introdução de novas cultivares de batata doce biofortificadas, a produtividade média varia 39 a 45 t ha⁻¹ em áreas de alto nível tecnológico (Vargas et al., 2022).

2.2 Importância socioeconômica

Tem crescido a procura de alimentos saudáveis com menor custo de produção e aquisição para o consumidor, tanto no mercado nacional, quanto no internacional. Dada a ampla produção e comercialização da batata-doce no mundo, ela é usada de diferentes maneiras. Como alimento, suas raízes frescas podem ser cozidas ou assadas, podem ser processadas em puré para ser usado em diversos produtos, incluindo pães, cakes, bolos, sucos. As raízes frescas podem também ser cortadas ou trituradas em pequenos pedaços, secas ao sol e guardadas como um importante alimento para re-hidratar e consumir durante o ano ou transformadas em farinha e cereais. Com as raízes de batata-doce é possível confeccionar cozidos, assados (Vargas et al., 2022)

A rama da batata-doce é utilizada para produzir ração animal na forma de silagem fresca. As raízes cruas da batata-doce contêm inibidor de digestão a tripsina e quimotripsina, que impede a fácil digestão do amido. Na China 70% de batata-doce produzida é usada como ração animal, principalmente para a produção de suínos. Na indústria as raízes da batata-doce são processadas para produzir amido, massas (macarrão), doces, corantes para roupa rosa a preto, e produção de álcool (Ringo et al., 2018).

Do ponto de vista nutricional, a batata-doce tem alto valor energético, é fonte de vitamina C, B2, B6 e E, bem como fibras dietéticas, potássio, cobre, manganês e ferro, e tem baixo valor em gordura e colesterol (Fu, 2016). Cultivares de polpa

alaranjadas são muito ricas em betacaroteno, que é pró-vitaminico A. As cultivares de polpa-roxa contém antioxidantes compostos fenólicos e antocianinas que contribuem na pigmentação natural das raízes. São ricas em ácido clorogênico, componentes que previnem a formação de coágulos de sangue e ajuda a regular a pressão sanguínea. Em geral reduz os níveis de pressão, e por isso é mais indicada para hipertensos, também previne doenças crônicas cardiovasculares e cerebrovasculares (Vargas et al., 2022).

O rendimento médio de raízes da batata-doce varia conforme as regiões de cultivo, sendo os maiores produtores os estados Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará (Tabela 1). Asia o rendimento é de 18,5 t ha⁻¹, América do Sul 12,2 t ha⁻¹ e África 14,7 t ha⁻¹. A China é o maior produtor com 21,9 t ha⁻¹, Estados Unidos de América 24,6 t ha⁻¹, Etiópia 25,7 t ha⁻¹, o Brasil 14,5 t ha⁻¹ (Faostat, 2022).

Tabela 1 - Produção total (t) e área plantada (ha⁻¹) de batata-doce dos dez estados maiores produtores do Brasil, em 2022.

Estado	Produção t	Área plantada ha⁻¹
1 São Paulo	160.514	9.122
2 Rio Grande do Sul	155.070	11.187
3 Ceará	116.668	5,784
4 Minas Gerais	65.838	3.845
5 Sergipe	64.541	4.565
6 Paraná	56.736	2.930
7 Rio Grande do Norte	51.464	4.789
8 Paraíba	42.001	4.668
9 Alagoas	39.177	4.279
10 Pernambuco	29.922	3.106

Fonte: IBGE, 2023

2.3 Melhoramento genético da batata-doce

O melhoramento genético de plantas é uma atividade continua que responde a constante crescimento da população mundial. As circunstâncias naturais e econômicas mudam constantemente alterando as necessidades e preferência do consumidor. O melhoramento de plantas permite o desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes a pragas, doenças e a estresses climáticos, ricas em

nutrientes (Borém et al., 2013), bem como cultivares biofortificadas de batata-doce de polpa alaranjada, que contêm altos valores de betacaroteno.

Melhoramento de plantas é aplicação de técnicas para se explorar o potencial genético das plantas, ou a arte, ciência e negócio de alteração genética das plantas para o benefício do homem (Bernardo, 2002). A hibridação de acessos contrastantes foi incorporada técnicas de melhoramento, estabelecendo hipóteses e avaliando métodos científicos com base no conhecimento em genética, biologia molecular, bioquímica, fisiologia, estatística, botânica, fitopatologia, entomologia e agronomia (Schlegel, 2003).

A batata-doce é uma espécie cosmopolita, cultivada em todos os continentes. Parentes selvagens não se cruzam naturalmente com a batata-doce devido às diferenças no seu nível de ploidia (cromossoma) e incompatibilidade. Através da hibridação, os pesquisadores têm testado o cruzamento com parentes selvagens e cultivares melhoradas para melhorar diferentes aspectos da batata-doce (Vargas et al., 2022).

Espécies silvestres e não silvestres geralmente apresentam a característica de autoincompatibilidade, desta forma é possível que se obtenha um cruzamento que gere híbridos, quando se utiliza espécies autocompatíveis como pai, e espécies autoincompatíveis como mãe (Dhaliwal, 1992). O mecanismo de autoincompatibilidade conduz à polinização cruzada, e conseqüentemente, a um alto grau de heterozigose. Por isso, os acessos das coleções de batata-doce do Brasil possuem ampla variabilidade morfológica (Neiva et al., 2011).

A polinização da batata-doce é não direcionada realizada pelos insetos, direcionada quando os técnicos de campo insulam flores para realizar a polinização, levando o pólen de uma planta para depositar em outra planta. Por essa razão, as sementes botânicas constituem uma grande fonte de combinações genéticas, sendo interessante para iniciar um programa de melhoramento, que, posteriormente, envolverá várias etapas de policruzamentos e seleção recorrente (Gruneberg et al., 2009).

Desenvolvimento de cultivares adaptadas a regiões específicas aumenta a segurança alimentar, tornando aquela localidade menos dependente de importação de alimentos principalmente em épocas de crise mundial e condições climáticas

adversas. Para competir na economia global, atender a nichos específicos de mercado, proporcionar diferencial competitivo para os países, regiões ou empresas com valor agregado como o duplo propósito em cultivares de batata doce, uso da rama para ração animal e a raiz para consumo humano, o melhoramento permite que se desenvolva sistemas produtivos eficientes (Borém et al., 2013).

A utilização dos recursos genéticos vegetais na melhoria dos cultivos são: desenvolver cultivares adaptadas às condições de estresse abiótico ou biótico; garantir a sustentabilidade da produção, aumentando a eficiência da absorção de água e nutrientes, com redução na aplicação de agroquímicos e por último possibilitar alternativas para os agricultores em relação ao desenvolvimento industrial, energético e farmacêutico (Hausmann et al., 2004).

Estudos visando o melhoramento genético de batata doce, possuem diversos propósitos, com foco nos atributos quantitativos, como produtividade comercial, teor de massa seca nas raízes, produtividade da parte aérea (rama). Quanto aos atributos de qualidade, como composição nutricional da raiz, alto teor de betacaroteno, antocianinas, ferro e zinco (Azevedo et al., 2014). Cultivares resistentes pragas e doenças, tolerantes a seca, seleção de genótipos para produção de etanol, feno, tem sido desenvolvida para atender o mercado nacional e internacional (Stathers et al., 2013; Silva, 2019).

No melhoramento de batata-doce biofortificada a coloração da polpa é uma das principais características avaliadas pelos melhoradores, esta pode ser classificada visualmente, atribuindo notas (Azevedo et al., 2002), ou aferida com auxílio de colorímetro, realizando leitura da polpa da raiz, (Harder et al., 2007).

2.4 Interação genótipo x ambiente

O ambiente é constituído de fatores previsíveis (fotoperíodo, tipo de solo, fertilidade do solo, toxicidade por alumínio, época de semeadura e práticas culturais) ou imprevisíveis (distribuição pluviométrica, umidade relativa, temperatura atmosférica e do solo, patógenos e insetos) que afetam o desenvolvimento das plantas que não são de origem genética (Borém et al., 2013).

A produção agrícola torna-se crescente pela adaptação da planta ao ambiente e não do ambiente à planta. A influência do ambiente incide diretamente sobre a planta. Os genótipos ou plantas na mesma parcela estão sujeitas a diferentes ambientes. Macroambiente é o termo utilizado para distinguir ambientes de duas regiões ou de dois anos agrícolas (Borém et al., 2017).

Ambiente ideal para avaliação de genótipos deve favorecer a expressão do potencial dos genótipos, maximizar a variância genética, minimizar a variância de ambientes e da interação genótipo x ambiente, ter características consistentes de ano para ano, proporcionar aos genótipos selecionados condição para que se desenvolvam bem e para que o seu comportamento seja mesmo quando cultivados em ambientes a que se destinam e por fim ser acessível (Hamblin et al., 1980).

Interação genótipo x ambiente é o efeito diferencial dos ambientes sobre os genótipos ou resposta diferencial dos genótipos a variação do ambiente. O genótipo refere-se à composição gênica da planta, e que repassam para a progênie parte desta composição genética de alelos. A soma entre ambiente, genótipo, juntamente com a interação entre estes dois componentes, vai resultar na expressão do fenótipo, o qual é possível observar visualmente (Borém et al., 2013).

Efeitos significativos da interação genótipos x ambientes são resultado da relação não aditiva dos efeitos de genótipo e de ambiente, causada pela mudança do desempenho das plantas em diferentes locais (Resende, 2002).

Segundo Senff (2018) as fontes de variação clones x safras as interações, foram significativas para as características número comercial de raiz (NCR) 85,9, número total de raiz (NTR) 286,9, massa média de raiz (MMR) 7853,3, produtividade total (PT) 463,4 e produtividade comercial (PC) 244,0 ao avaliar genótipos de batata-doce.

A interação de natureza simples é resultado da variabilidade genética entre os genótipos em avaliação, enquanto a interação de natureza complexa é causada pelo desempenho não previsível dos genótipos nos diferentes ambientes, que resulta em uma inconsistência na superioridade dos genótipos nos diferentes ambientes (Cruz et al., 2004). São possíveis quando o índice de variação é superior à unidade, o que demonstra que a maior parte da variabilidade expressa para um determinado caráter é de origem genética (Cunha et al., 2008).

2.5 Adaptabilidade e estabilidade

A adaptação ao nível populacional, ou a aclimação, ao nível de uma planta individual, ocorre por meio da combinação de processos comportamentais, morfológicos, anatômicos, fisiológicos e bioquímicos que, por sua vez, dependem de processos moleculares (Gaspar et al., 2002). Um organismo homeostático é aquele que mantém certos aspectos da sua fisiologia constantes, independente da força de ambiente que tendem a alterar sua constância, atualmente a homeostasia refere-se a propriedade de um organismo se adaptar as variações do ambiente, isto é, mecanismos autorreguladores dos organismos que permitem a sua estabilização em ambientes flutuantes (Borém et al., 2013).

Existem dois tipos de homeostasia, a genética, sendo a propriedade de população equilibrar e resistir a mudanças bruscas no ambiente. E a homeostase de desenvolvimento, baseada na herdabilidade do indivíduo para responder a variação do ambiente (Willadino et al., 2010). Os genótipos pouco produtivos são mantidos no banco de germoplasma ou em campos de cruzamento pelas suas características qualitativas, cultivares de baixa produtividade não são selecionadas independentemente da sua estabilidade e adaptabilidade. O mercado busca cultivares tendo a principal característica de produtividade agregada as demais qualitativas.

Estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível mesmo com variações ambientais (Borém et al., 2017). A estabilidade é classificada quanto a genótipos de alta estabilidade e genótipos de baixa estabilidade. β_0 um indicador da adaptação do genótipo e o desvio de regressão (σ_D^2) é um indicador de estabilidade uma vez relacionado a predibilidade e repetibilidade do desempenho (Borém, et al., 2013).

A adaptabilidade de uma cultivar refere-se à capacidade do genótipo aproveitar vantajosamente as variações do ambiente sendo mais responsivo a melhoria do ambiente. Borém et al. (2017) classifica a adaptabilidade ampla em ambientes favoráveis, restrita em ambientes favoráveis ou desfavoráveis. Genótipos de adaptabilidade geral ou ampla apresentam desempenho acima da média geral, em ambientes de variações imprevisíveis é o tipo desejável ($\beta_1=1$).

Mussem et al. (2022) em seu trabalho com cultivares de batata-doce (BRS Amélia, BRS Cuia, BRS Rubissol e BRS Gaita) apresentaram boa adaptabilidade e estabilidade nos municípios de Santa Maria e Estrela vermelha. No município de Estrela vermelha as cultivares obtiveram maiores índices de produtividade bem como o número de raízes, principalmente a cultivar BRS Rubissol.

Adaptabilidade restrita ou específica a ambientes favoráveis, quando as condições do ambiente podem ser controladas como os ensaios conduzidos em casa de vegetação, pós agrupa os genótipos com alto desempenho em ambientes favoráveis ($\beta_1 > 1$). Genótipo de adaptabilidade restrita a ambientes desfavoráveis, são genótipos adaptados a uma região muito difícil de encontrar, apresenta um coeficiente de regressão igual a zero ou próximo dele, agrupa os genótipos que se destacam em ambientes desfavoráveis ($\beta_1 < 1$) ou ($\beta_1 \cong 0$). A adaptabilidade e a estabilidade dependem da constituição genética de uma cultivar, ou seja, do número de genótipo que a constituem e da heterozigose dos genótipos. São características da cultivar e lhe permitem responder aos fatores limitantes do ambiente e usufruir dos fatores favoráveis (Borém et al., 2017). Uma cultivar deve apresentar, em diferentes condições de ambiente, alta produtividade. E sua superioridade deve ser estável (Alexandre, 2022).

2.6 Metodologia REML/BLUP

A análise máxima verossimilhança restrita/melhor preditor linear não viesado (REML/BLUP) baseia-se nas premissas: quanto menor for o desvio-padrão do comportamento genotípico entre dois locais, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos entre dois locais. Assim, a seleção pelos maiores valores da média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) implica simultaneamente seleção para produtividade e estabilidade (Carvalho et al., 2016).

Em termos de adaptabilidade, refere-se à performance relativa dos valores genotípicos (PRVG) através dos ambientes. Nesse caso, os valores genotípicos preditos (ou os dados originais) são expressos como proporção da média geral de cada local e, posteriormente, obtém-se o valor médio dessa proporção através dos locais. A seleção simultânea por produtividade, estabilidade e adaptabilidade, no contexto dos modelos mistos, pode ser realizada pelo método da média harmônica da

performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) preditos (Silva et al., 2011; Rosado et al., 2012).

A metodologia REML/BLUP apresenta as seguintes vantagens: considera os efeitos genotípicos como aleatórios, portanto fornece estimativas de estabilidade e adaptabilidade genotípicas e não fenotípicas; permite lidar com desbalanceamento; permite lidar com delineamentos não ortogonais; permite lidar com heterogeneidade de variâncias; permite considerar erros correlacionados dentro de locais; fornece valores genéticos já descontados (penalizados) do efeito ambiental; pode ser aplicado com qualquer número de ambientes; permite considerar a estabilidade e adaptabilidade na seleção de indivíduos dentro de progênie; não depende da estimação de outros parâmetros tais como coeficientes de regressão; gera resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado (Resende, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

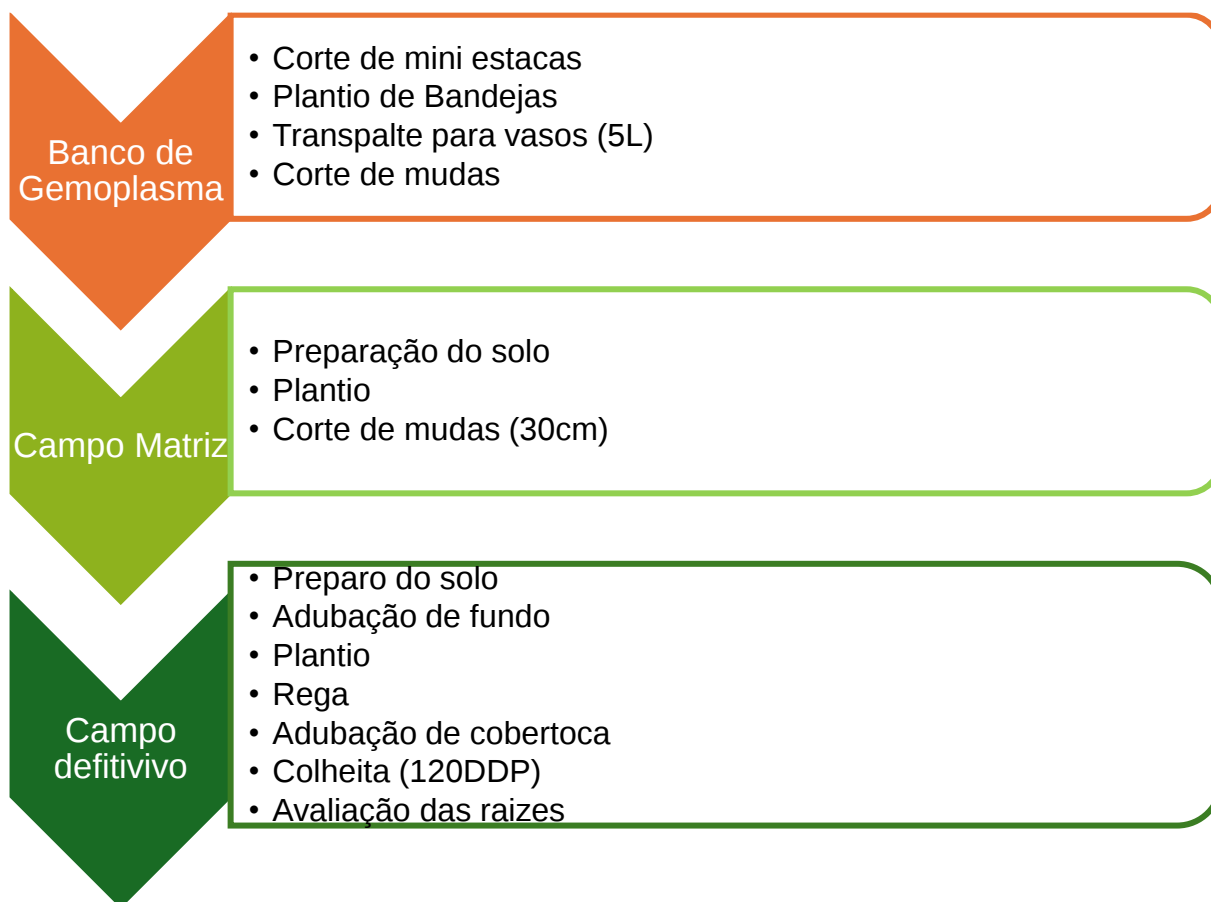
Este estudo constou de seis experimentos, sendo três deles instalados na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Câmpus de Jaboticabal, localizada no município de Jaboticabal-SP e três experimentos na Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, Câmpus de Botucatu, localizada no município de Botucatu-SP.

Na FCAV os experimentos foram instalados no primeiro ciclo sob latitude de 22° 46' 23" S, longitude de 48° 34' 17" W e de elevação: 755,79 m, segundo ciclo latitude de 22°46'20"S, longitude de 48°34'27"W e elevação 766,52m, o terceiro ciclo latitude 21°14'35"S, longitude 48°17'03"W e de elevação 553,64m (Apêndice 2). O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico, de textura argilosa e relevo suave ondulado (Andrioli et al., 1999). Na FCA os experimentos foram conduzidos no primeiro ciclo sob latitude de 21°14'37"S, longitude de 48°17'04"W e elevação: 547,36 m; segundo ciclo latitude de 21°14'38"S, longitude de 48°17'10"W e de elevação 574,33m (Apêndice 2). Terceiro ciclo a latitude de

22°46'18"S, longitude 48°34'24"W e de elevação 758,91m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho de textura média (Silva et al., 2013).

Em Jaboticabal as datas para a instalação dos ensaios foram: primeiro ciclo (E1), plantio em 17/12/2021 e colheita a 26/04/2022; segundo ciclo (E2), plantio: 21/02/2022 e colheita em 22/06/2022; terceiro ciclo (E3), plantio: 02/04/2022 e colheita em 23/09/2022 (Apêndice 2). Em Botucatu as datas para a instalação dos ensaios foram: primeiro ciclo (E4), plantio: 20/12/2021 e colheita em 20/04/2022; o segundo ciclo (E5), plantio: 20/02/2022 e colheita em 24/06/2022; o terceiro ciclo (E6), plantio: 06/04/2022 e colheita em 21/09/2022 (Apêndice 3A e 3B).

A condução dos experimentos seguiu conforme o mapa mental, representando a etapa inicial, na obtenção do material vegetal na casa de vegetação, plantio no campo definitivo e análise das amostras (figura 1).



Fonte: Próprio autor.

Para os três ciclos em ambos os locais foram analisadas os dados meteorológicos da precipitação (mm), temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, diária e posteriormente realizada a média mensal (Figura 5 e 6).

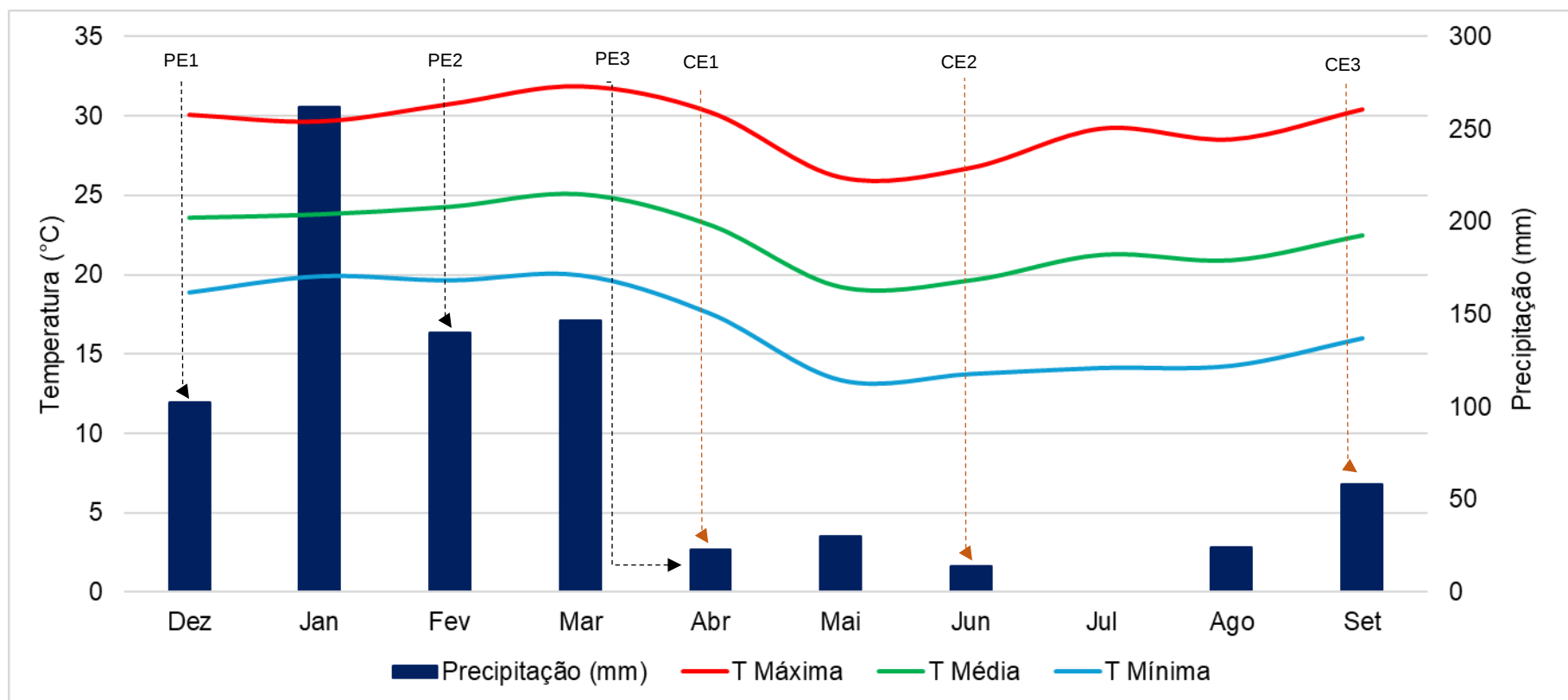


Figura 2 - PE1-Plantio 17/12/2021 (Jaboticabal); PE2-Plantio 21/02/2022 (Jaboticabal); PE3-Plantio 02/04/2022 (Jaboticabal); CE1-Colheita 26/04/2022 (Jaboticabal); CE2-Colheita 22/06/2022 (Jaboticabal); CE3-Colheita 23/09/2022 (Jaboticabal).

Fonte: UNESP/FCAV-Câmpus de Jaboticabal

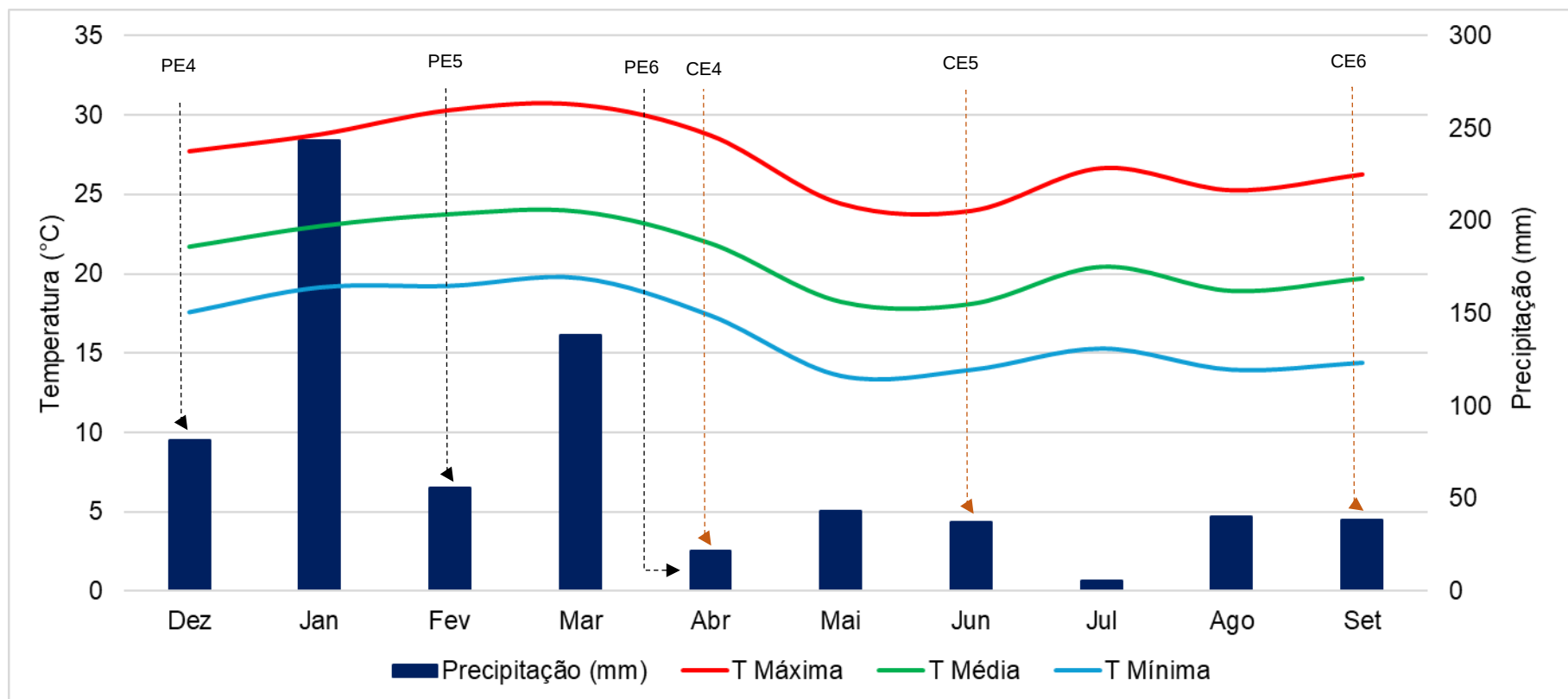


Figura 3 - PE4-Plantio 20/12/2021(Botucatu); PE5-Plantio 20/02/2022(Botucatu); PE6-Plantio 06/04/2022 (Botucatu); CE4-Colheita 20/04/2022 (Botucatu); CE5-Colheita 24/06/2022 (Botucatu); CE6-Colheita 21/09/2022 (Botucatu).

Fonte: UNESP/FCA-Câmpus de Botucatu (Fazenda Experimental São Manuel)

3.2 Delineamento e descrição das cultivares e genótipos de batata doce

Foram avaliados 21 genótipos da batata-doce, dentre os quais 18 genótipos são oriundos dos ensaios avançados conduzidos desde 2018 pela Universidade Paulista, NEOM (Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento) de Jaboticabal. Estes genótipos são provenientes de sementes botânicas do cruzamento não direcionado (Polycross), do programa de melhoramento do CIP (Centro Interamericano de la Papa).

Os experimentos foram realizados em blocos casualizados, com 21 tratamentos (genótipos) e três repetições. Os tratamentos foram compostos por 18 genótipos e 3 cultivares. As unidades experimentais constituídas por 45 leiras de 3,15m de comprimento com 0,33m de altura, com 9 plantas por parcela, sendo colhidas 7 plantas da área útil por parcela.

Na Tabela 2 são apresentadas as três cultivares utilizadas como testemunhas.

Tabela 2 – Cultivares testemunhas (UNESP Maria Rita, Amélia, Beauregard)

Cultivar	Ano de lançamento	Origem	Características	Ciclo (dias)	Produtividade (t ha ⁻¹)
UNESP Maria Rita	2023	UNESP-CERAT	Possui polpa alaranjada com alto teor de betacaroteno (vitamina A), cor da pele creme, formato fusiforme	120	40
Amélia	2007	Embrapa Clima Temperado	Apresenta formato longo elíptico, cor da casca rosa claro, cor da polpa alaranjada intermédio	120 a 140	32
Beauregard	1987	Louisiana Agricultural Experiment Station (LSU AgCenter)	Suas raízes são alongadas, com casca vermelho-arroxeadas	120 a 150	23 a 29

Fonte: Adaptado Giovani et al. (2015)

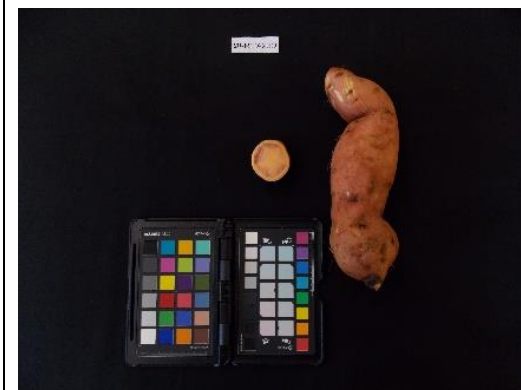
Quadro 1 – Genótipos (CERAT21-02, CERAT60-26, CERAT24-02, CERAT25-01, CERAT25-27, CERAT31-22, CERAT35-02, CERAT35-11, CERAT51-30, CERAT52-23, CERAT55-20, CERAT56-23, CERAT60-07, CERAT60-25, CERAT60-22, CERAT21-06, CERAT60-05, CERAT31-12) conduzidos no experimento.



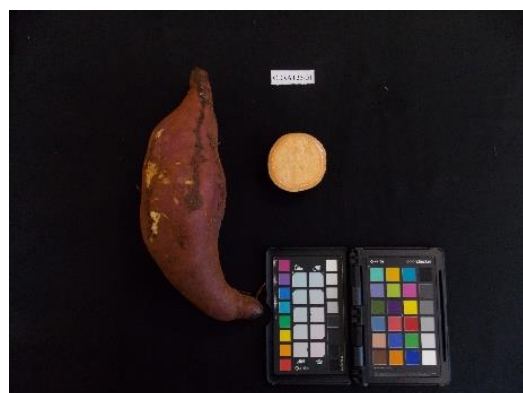
CERAT21-02 (Cor da casca amarela, cor da polpa laranja intermédio, formato da raiz fusiforme)



CERAT60-26 (Cor da casca vermelha púrpura, cor da polpa laranja intenso, formato fusiforme)



CERAT24-02 (Cor da casca laranja acastanhada, cor da polpa laranja intermédio com roxo, formato próximo fusiforme)



CERAT25-01 (Cor da casca vermelha púrpura laranja intermédio, formato fusiforme)



CERAT25-27 (Cor da casca rosa, Cor da polpa laranja intenso, formato próximo ao fusiforme)



CERAT31-22 (Cor da casca laranja acastanhada, cor da polpa laranja intermédio, formato próximo fusiforme)



CERAT35-02 (Cor da casca creme, cor da polpa laranja intermédio, formato próximo fusiforme)



CERAT35-11 (Cor da casca amarela, cor da polpa laranja intenso, formato próximo ao fusiforme)



CERAT51-30 (Cor da casca rosa, Cor da polpa laranja intermédio, formato fusiforme)



CERAT52-23 (Cor da casca amarela, laranja intermédio, formato fusiforme)



CERAT55-20 (Cor da casca amarela, cor da polpa laranja intermédio, formato próximo ao fusiforme)



CERAT56-23 (Cor da casca laranja acastanhada, cor da polpa laranja intenso, formato próximo ao fusiforme)



CERAT60-07 (Cor da casca creme, cor da polpa amarela, formato próximo fusiforme)



CERAT60-25 (Cor da casca rosa, cor da polpa laranja intermédio, formato da raiz fusiforme)



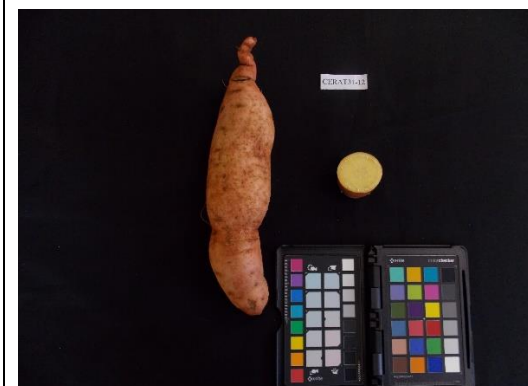
CERAT60-22 (Cor da casca roxo, cor da polpa laranja intenso com pigmentação roxo, formato da raiz próximo ao fusiforme)



CERAT21-06 (Cor da casca, cor da polpa laranja intenso, formato da raiz próximo ao fusiforme)



CERAT60-05 (Cor da casca laranja acastanhado, cor da polpa amarelo com pigmentos laranja, formato da raiz fusiforme)



CERAT31-12 (Cor da casca amarela, Cor da polpa laranja intermédio com pigmentos roxos, formato da raiz fusiforme)

Fonte: Próprio autor.

3.3 Análise química dos solos

As análises químicas do solo foram realizadas 20 dias antes do plantio, por meio de coleta de amostras na profundidade de 0-20 cm em 5 pontos aleatórios, em cada uma das áreas nos municípios de Jaboticabal e Botucatu (Tabela 3).

Tabela 3 - Características químicas e físicas do solo, utilizado no experimento de nos municípios de Jaboticabal e Botucatu.

Local	pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	CTC	SaB	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³									V%					
Jaboticabal	5,7	22	46	13	24,5	11	3	0	21	38,14	59,5	65	0,24	4,85	15,5	17,20	3
Botucatu	5,1	12	29	4	22	5		0	23			56	0,09	0,05	4	2,6	0,3

pH: Potencial hidrogeniônico; M.O: Molibdênio; P: Fosforo; S: Enxofre; Ca: Calcio; Mg: Magnésio; Na: Sódio, K: Potássio; Al: Alumínio; B: Borro; Cu: Cobre; Fe: Ferro; Mn: Manganês e Zn: Zinco.

Fonte: Próprio autor.

3.4 Multiplicação do material vegetativo

Para a multiplicação dos genótipos, as ramas foram cortadas de plantas matrizes do banco de germoplasma para confeccionar miniestacas de dois ou três nós. Em seguida, realizou-se o plantio em badejas de 128 células com substrato Carolina Soil (Composto por turfa, vermiculita, casca de arroz carbonizada, resíduo orgânico e NPK). As mudas permaneceram na casa de vegetação para desenvolvimento. O sistema de irrigação foi por aspersão conforme a necessidade das mudas, sendo que na fase inicial foram realizadas irrigações duas vezes ao dia, e depois de estabelecidas apenas uma vez ao dia.

O transplante foi realizado, após 30 dias em vasos de cinco litros contendo solo, feito a fertirrigação em casa de vegetação com intuito de produzir ramas suficientes para plantio no campo, sendo realizado a adubação com ureia 30 dias após o plantio, com finalidade de gerar plantas matrizes, posteriormente para instalação do ensaio a campo. O controle de pragas foi realizado com uso de inseticidas quando necessário. A fertirrigação foi realizada nos vasos, com micro (Nitrato de Cálcio 1,200g, Nitrato de Potássio 415,5g, Cloreto de Potássio 375g, MAP 232,5g, e magnésio 360g) e macronutrientes (Magnésio 3,81g, Boro 2,85g, Zinco 1,73g, Cloreto 0,18g, Sódio

0,18g, Ferro 54,09g), adicionados no tanque de 1000l de água, uma vez por semana para obtenção de ramas vigorosas.



Figura 4 – Miniestacas em badejas.

Fonte: Próprio autor.

3.5 Implantação e condução dos experimentos

Para o preparo do solo, foram realizados uma aração, duas gradagens e construídas leiras 40 cm de altura, com 1,1 m entre as leiras. A adubação de plantio foi realizada conforme a recomendação do Boletim 100, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato triplo), 90 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl) e 30 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (Ureia) (Lorenzi et al., 2022).



Figura 5 – Preparo do solo e adubação de fundo.

Fonte: Próprio autor.

Para o plantio, foram colhidas ramas de 30 cm de comprimento nas plantas matrizes das linhas no campo, e essas foram plantadas, sendo enterradas 2/3 da mesma no solo a aproximadamente 20-25 cm de profundidade e espaçadas a 33 cm uma das outras.



Figura 6 – Corte de rama nas plantas matrizes (A) e Plantio (B).

Fonte: Próprio autor.

As regas foram realizadas por aspersão, conforme a necessidade da cultura. Aos 30 dias após o plantio, foi realizada adubação de cobertura com 30 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia).



Figura 7 – Irrigação dos campos por aspersão.

Fonte: Próprio autor.

Foram realizadas capinas manuais e aplicação de herbicida (Verdict Max) aos 30, 60 e 90 dias após o plantio para controle de plantas invasoras. Já para o controle de *Diabrotica speciosa* foi utilizado inseticida (Cipermetrina Nortox) aos 30 e 60 dias após o plantio.

3.6 Variáveis avaliadas

Em todos os experimentos, aos 120 dias após o plantio foi realizado a colheita manualmente; e, em seguida, foram avaliadas as seguintes características:

- Produtividade: massa de todas as raízes colhidas, na parcela e posteriormente convertidas para Kg ha⁻¹.
- Produtividade comercial de raízes frescas (PC): massa das raízes acima de 80g.
- Número de raízes total (NRT): número de raízes colhidas na parcela.
- Número de raízes comerciais (NRC): número de raízes colhidas na parcela com massa igual ou superior a 80 g.
- Massa média de raízes (MMR): obtida da razão da produtividade total pelo número de raiz total.
- Massa média de raízes comerciais (MMRC): obtida da razão da produtividade comercial pelo número de raiz comercial.
- Teor de massa seca nas raízes (TMS): amostras de 0,3 kg de raízes foram trituradas, em seguida foram secas em estufa a 65°C, até atingirem massa constante para determinação do teor de matéria seca (%).
- Produção de massa seca (PMS): obtido por meio da multiplicação da produtividade total pelo teor de massa seca das raízes.

A classificação das características visuais foram atribuídas por dois avaliadores, sendo:

- Formato geral (FG): atribuídas notas de 1 a 5 sendo: 1 = formato sem comercialização, com muitas deformações; 2 = formato ruim ao comércio, com rachaduras; 3 = formato desuniforme; 4 = formato próximo ao fusiforme; 5 = formato fusiforme (Azevedo et al., 2002).

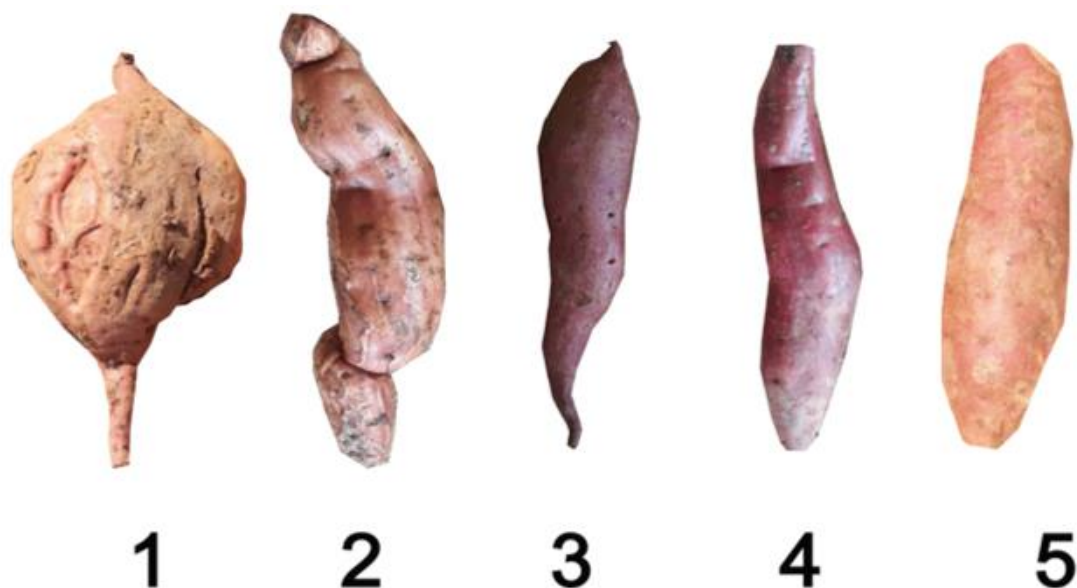


Figura 8 - Escala de notas para a avaliação de formato geral das raízes.

Fonte: Costa (2020).

- Resistência à insetos (RI): atribuídas notas de 1 a 5 sendo: 1 = danos que afetam totalmente o aspecto comercial; 2 = danos que afetam muito o aspecto comercial; 3 = danos que afetam medianamente o aspecto comercial; 4 = poucos danos; 5 = livre de danos (Azevedo et al., 2002).

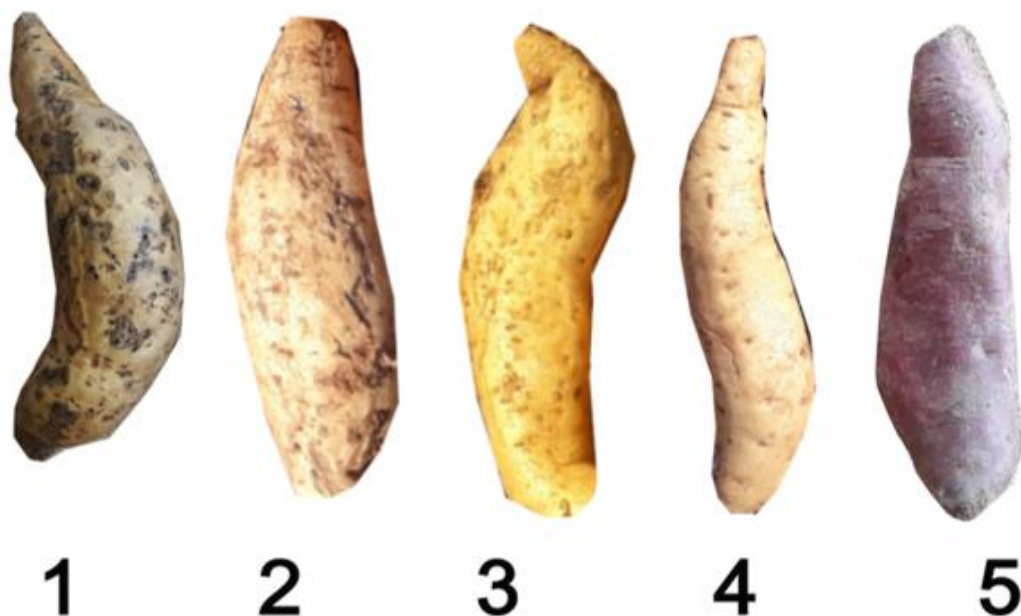


Figura 9 - Escala de notas para a avaliação de resistência à insetos de solo.

Fonte: Costa (2020).

- Olhos (Olh): atribuídas notas de 1 a 4 sendo: 1 = muitos olhos; 2 = presença mediana de olhos; 3 = poucos olhos; 4 = ausência de olhos (Azevedo et al., 2002).

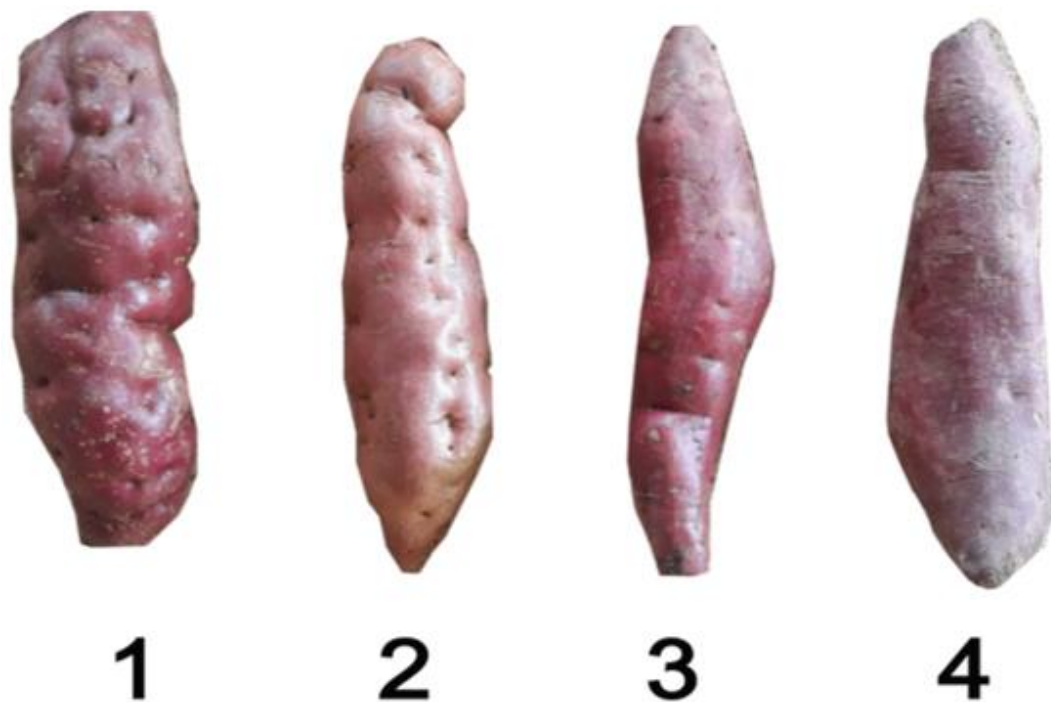


Figura 10 - Escala de notas para a avaliação de olhos nas raízes.

Fonte: Costa (2020).

- Veia (Vei): atribuídas notas de 0 a 1 sendo: 0 = ausência de veias; 1 = presença de veias (Azevedo et al., 2002).



Figura 11 - Escala de notas para a avaliação de veias nas raízes.

Fonte: Costa (2020).

- Len - Lenticelas: atribuídas notas de 1 a 4 sendo: 1 = muitas lenticelas; 2 = presença mediana; 3 = poucas; 4 = ausência de lenticelas (Azevedo et al., 2002).



Figura 12 - Escala de notas para a avaliação de lenticelas nas raízes.

Fonte: Costa (2020).

Coloração: determinada com auxílio de Colorímetro - CR-400® (Konica Minolta), é importante a determinação das características de croma para aferição da saturação e hue quanto a tonalidade da polpa da raiz. Maior saturação assim como tonalidade reflete na maior concentração de betacaroteno presente nos genótipos biofortificados.

- Croma (CHROMA): o ângulo de saturação $c = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$.
- Muesell Hue (Hue): Representação da tonalidade da cor no ângulo. Hue = SE(Hue2<0; SOMA(Hue2+180); SOMA(Hue2+0))

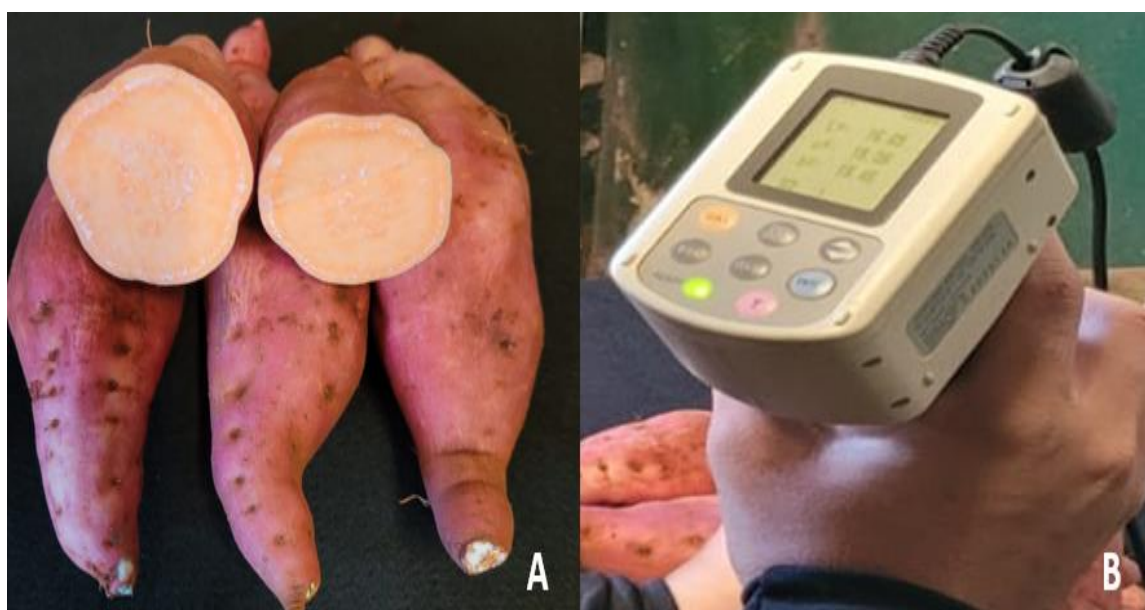


Figura 13 – Corte transversal da batata-doce (A), Leitura da batata-doce no colorímetro (B).

Fonte: Próprio autor.

4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi pressuposto análise de variância, fatorial simples (genótipos fixos x ambientes aleatórios) para homogeneidade das variâncias entre os tratamentos pelo software Genes versão 1990.2023.48 de acordo com modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mathbf{m} + (\mathbf{B/A})_{jk} + \mathbf{G}_i + \mathbf{A}_j + \mathbf{GA}_{ij} + \boldsymbol{\varepsilon}_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : valor observado do k-ésimo bloco i-ésimo, avaliando no i-ésimo genótipo, no j-ésimo ambiente; m : média geral dos ensaios; $(B/A)_{jk}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j; G_i : efeito do i-ésimo genótipo; A_j : efeito do j-ésimo ambiente; GA_{ij} : efeito da interação entre genótipo i e o ambiente j; ε_{ijk} : erro aleatório associado a observação ijk ;

Na variável veias os dados foram transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$, pois apresentava resultados iguais a zero.

Após a análise de variância, foi realizado o teste de agrupamento de médias Scott knott a 5% de probabilidade.

Na análise conjunta dos dados foi verificada a interação genótipo por ambiente pelas Esperanças do Quadrado Médio E(QM), considerando o efeito dos Genótipos como fixos, blocos, ambiente, resíduo e G x A como aleatórios, conforme proposto por (Cruz et al., 2004) (Tabela 4).

Tabela 4 – Estrutura análise de variância conjunta, optando por quadrado médio (optando por genótipo como fixo e blocos, ambiente, resíduo como aleatórios).

FV	GL	E(QM)	F
Blocos/Ambiente	$e(r-1)$	$\sigma^2 + g\sigma b$	
Ambiente (A)	$e-1$	$\sigma^2 + g\sigma b^2 + gr\sigma e^2$	QMA/QMB
Tratamento (T)	$g-1$	$\sigma^2 + r\ell\sigma ge^2 + ar\sigma g$	QMG/QMGA
T x A	$(e-1)(g-1)$	$\sigma^2 + r\ell\sigma ge$	QMGA/QMR
Resíduo	$e(r-1)(g-1)$	σ^2	
Total	$egr-1$		

Fonte: Adaptado de Cruz, Cosme Damião (2006). $\ell = g/(g-1)$; e = ambiente.

Foram selecionados sete características que foram significativas para interação genótipo x ambiente para avaliação de adaptabilidade e estabilidade.

Para as análises de estabilidade, adaptabilidade e produtividade foi utilizado o software SELEGEN REML/BLUP modelo 114 (Produtividade com Locais e Anos: Blocos, genótipos, várias plantas por parcela, vários locais). A estabilidade corresponde à Média Harmônica dos Valores Genotípicos nos locais (MHVG); a adaptabilidade refere-se à Performance Relativa dos Valores Genotípicos em relação à média de cada local (PRVG) e a estabilidade, adaptabilidade e produtividade

simultaneamente, corresponde à Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos (MHPRVG). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y = Xr + Zg + Wg + Ti + \varepsilon;$$

Em que:

y, r, g, i e ε são os vetores de dados referentes aos efeitos fenotípicos, de repetição – fixos, genotípico-aleatórios, parcelas-aleatórios, da interação genótipos x ambientes (aleatórios) e do resíduo (aleatório), respectivamente. X, Z, W e T representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE

5.1.1 Análise de variância conjunta

Na Tabela 5 encontra-se o resumo da análise de variância conjunta dos experimentos avaliados nos três ambientes (ciclos) em Botucatu, em três ambientes (ciclos) em Jaboticabal, quanto ao desempenho dos 21 genótipos. Os coeficientes de variação experimental (CV%) variaram 3,11% (PC) a 27,63% (FG), demonstrando alta precisão experimental, pelos valores observados no conjunto de ensaio, estando dentro da faixa adequada. As médias gerais observadas foram 15,09 t ha⁻¹ (PC), 26,6% (TMS), 42,22 (Chroma), 68,10 (Hue), 3,17 (FG), 3,91 (RI), 3,01 (Olh), 0,75 (Vei) e 3,16 (Len), os valores observados encontram-se dentro da faixa adequada. Otoboni (2019) verificou coeficientes de variação experimental variando de 4,30% (TMS) a 8,37% (CP), demonstrando alta precisão experimental no conjunto de ensaio, avaliando 97 genótipos de batata-doce, durante os anos de 2018 e 2019. O autor justifica este resultado pelo fato, do conjunto de genótipos avaliados estarem na seleção avançada. Fato como esse é possível em culturas cujo caráter em estudo são estruturas subterrâneas, o que dificulta o controle ambiental, possibilitando

observações com valores discrepantes em torno de parâmetros estatísticos (Cavalcante et al. (2006).

Cavalcante et al. (2017) constatou coeficiente de variação experimental (CV) de 8,87 a 22,20% avaliado a produtividade de genótipos batata-doce em função de doses de fósforo. Entretanto, observou-se que estes valores estão de acordo com a literatura e confirmam a informação de que os caracteres relacionados ao rendimento de raiz podem variar conforme o ambiente, por serem estes de herança quantitativa, governados por muitos genes e de forte influência ambiental (Silva et al., 2012; Amaro et al., 2017; Hanashiro et al., 2022). Os caracteres qualitativos tiveram coeficientes de variação variando de 3,11% (FG) a 27,17% (Veia). Para a característica resistência a insetos o coeficiente de variação obtido no presente trabalho foi 14,50%, valor maior em relação ao encontrado por Andrade et al. (2012), 8,5%.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância conjunta dos experimentos avaliados nos ambientes Botucatu e Jaboticabal, considerando 21 genótipos, durante os anos de 2021 e 2022 para as características Produtividade comercial (PC), Teor de massa seca (TMS), Ângulo de saturação (CHROMA), Representação da tonalidade da cor no ângulo (Hue), Formato geral (FG), Resistência a insetos (RI), Olhos (Olh), Vei (Veias) e Lenticelas (Len).

FV	Quadrado Médio								
	PC	TMS	CHROMA	Hue	FG	RI	Olh	Vei	Len
Blocos/Ambiente	0,22	35,04	2,73	38,11	1,44	0,45	0,21	0,02	0,18
Ambiente	35,15**	295,18**	82,57**	156,97*	1,49 ^{ns}	8,11**	1,74**	0,23**	1,83**
Genótipos	18,80**	114,85**	407,98**	2795,01**	4,56**	0,92 ^{ns}	1,82**	0,02 ^{ns}	0,38*
GXA	3,64**	19,33**	91,05**	182,42**	0,74 ^{ns}	0,56**	0,45**	0,03 ^{ns}	0,18*
Resíduo	0,16	5,02	7,40	31,03	0,76	0,32	0,30	0,04	0,14
Médias	15,09	26,6	42,22	68,10	3,17	3,91	3,01	0,75	3,16
CV%	3,11	8,42	6,44	8,17	27,63	14,50	18,41	27,17	11,88

PC: Produtividade comercial (t ha⁻¹); TMS: Teor de massa seca (%); CHROMA: Ângulo de saturação; Hue: Representação da tonalidade da cor no ângulo; FG: Formato geral (nota de 1-5); RI: Resistência à insetos (nota de 1-5); Olh: Olhos (nota de 1-5); Vei: Veias (nota de 0-1); Len: Lenticelas (nota de 1-4); CV%: coeficiente de variação experimental; ns não significativo pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste T.

Análise de variância conjunta foi significativa ($p \leq 0,01$) para ambiente nas características PC, TMS, Chroma, Hue, RI, Olh, Vei e Len e não significativo para FG. Quanto aos genótipos foram significativas para as características PC, TMS, Chroma, Hue, FG, Olh e Len e não significativo para RI e Vei. Quanto a interação genótipo x

ambiente as características PC, TMS, Chroma, Hue, RI, Olh e Len foram significativos e não significativo FG e Vei.

Amaro et al. (2017) observou interação significativa entre cultivares e ciclos de cultivo para o número de raízes comerciais (NRC), de igual modo no presente trabalho.

A presença significativa da interação genótipo x ambiente é o princípio da condição necessária para que seja possível proceder os estudos de adaptabilidade e estabilidade de genótipos (Otoboni, 2019). A característica qualitativa FG não foi significativa para ambiente, visto que são caracteres herdáveis por poucos genes. As características quantitativas são influenciadas de modo geral por muitos genes, estas foram influenciadas pelo ambiente. Entretanto tiveram diferenças estatísticas e foram significativos na interação genótipos x ambientes.

5.1.2 Parâmetros genéticos

Na Tabela 6 encontram-se estimativas de parâmetros genéticos e ambientais, quanto a variação genotípica (σ^2_g), variação genótipo por ambiente (σ^2_{gxe}), herdabilidade (h^2), variação ambiental (σ^2_e), coeficiente de variação genotípica (CV_g), coeficiente de variação ambiental (CV_e) e coeficiente de variação relativo (CV_r).

A maior variação genotípica (σ^2_g) foi para Hue 145,14, Chroma 17,6, teor de massa seca 5,30 e produtividade comercial 0,84 tendo maior variabilidade genética. Quanto a variação genótipo por ambiente (σ^2_{gxe}) a característica hue também foi superior com 48,06. Para a variação ambiental (σ^2_e) novamente a característica Hue foi superior com 31,01.

A variação genotípica x ambiental (σ^2_{gxe}) para as principais características comumente observadas em outros trabalhos com relação a produção comercial, teor de massa seca e resistência a insetos no presente trabalho os valores observados foram 0,10, 4,54 e 0,07.

No presente trabalho, os valores dos coeficientes de variação genética revelam a existência de variabilidade genética de 88,9% das características avaliadas nos ambientes de Jaboticabal e Botucatu, onde 11,11% de CV_g foi acima de 20%, 22,22% dos caracteres entre 10 a 20%, 66,67% abaixo de 10% demonstrando variabilidade

genética, sendo favoráveis para a seleção nas características PC, Hue e FG por apresentarem os maiores valores.

Para o caráter quantitativo produtividade comercial (PC) foi 25,32% de CV_g , tendo em conta que é a principal característica desejada pelo melhorista.

Quanto variável qualitativa hue que representa a tonalidade da cor no ângulo, podendo indicar a presença de betacaroteno, foi 17,67% de CV_g , considerada está uma característica importante na seleção de genótipos.

O formato geral (FG) apresentou CV_g de 14,3%, demonstrando variabilidade genética entre os genótipos e encontra-se dentro da média desejada. Esta é uma das principais características observadas pelo melhorista e pelo agricultor, em função da característica na fase inicial, assim como no final do programa de melhoramento. Otoboni (2019) obteve resultados acima 19,14% de CV_g para formato da raiz, ao avaliar 97 genótipos de batata-doce. Carmona et al. (2015) avaliando 23 genótipos de batata-doce, quanto a característica formato geral da raiz obteve CV_g de 16,60%, sendo estes próximos do valor observado no presente estudo.

Para as características FG, RI, Olh, Vei e Len o coeficiente de variação genotípica (CV_g) não foi superior ao coeficiente de variação ambiental (CV_e), entretanto, as características quantitativas foram influenciadas pelo ambiente.

O coeficiente de variação relativo (CV_r) indica a razão entre o coeficiente de variação genotípico (CV_g) e ambiental (CV_e) sendo que valores próximos ou maiores que 1 são indicativos de predominância dos fatores genéticos sobre fatores ambientais, responsável pela variação estimada dos dados experimentais podendo esse parâmetro, ser empregado como um índice indicativo do grau de facilidade de seleção dos genótipos para cada caractere (Vencovsky et al 1992; Otoboni 2019). A estimação do (CV_r) para as características foram produtividade comercial 2,25, teores de massa seca 1,02, chroma 1,54, hue 2,16, formato geral 0,52, resistência a insetos 0,24, olho 0,49 e lenticelas 0,27 estes valores encontra-se dentro da média desejada. Carmona et al. (2015) encontraram valores de coeficiente de variação relativo (CV_r) superior que 1 na característica de produtividade comercial avaliando genótipos de batata-doce. Contudo valores baixos foram obtidos 0,63 para produtividade comercial e 0,66 formato geral, em relação ao presente estudo pós encontram-se abaixo da média desejada de são valores superiores a 1.

A herdabilidade é um dos mais importantes parâmetros genéticos pois permite a quantificação da fração de variação fenotípica que é herdável, ou seja, indica a natureza genotípica influenciada no fenótipo (Outoboni 2019). Neste estudo a herdabilidade média dos genótipos (h^2_{mc}) apresentou de 39,05% (RI) a 93,47% (Hue), mostrando a possibilidade de sucesso na seleção, sendo que valores percentuais maiores tem ganhos genéticos satisfatórios. Para a herdabilidade individual (h^2_i) os valores foram baixos em relação a herdabilidade média dos genótipos (h^2_{mc}). Todavia Carmona et al. (2015) verificaram valores próximos ao presente estudo, quanto a herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) entre as médias dos genótipos estudados evidenciando grandes possibilidades de sucesso com a seleção em ordem decrescente para as variáveis diâmetro (85,42%), comprimento de rama, (85,34%) e produtividade de raízes comerciais (81,55%). Segundo Cavalcante et al. (2009), é necessário o mínimo de 80,0% para se obter ganhos genéticos satisfatórios com a seleção. As estimativas no presente estudo a herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genética (CV_g) e coeficiente de variação ambiental (CV_e) foram promissores embora seus valores em relação ao coeficiente de variação relativo (CV_r) que foi menor.

Tabela 6 - Estimativas de parâmetros genéticos em caracteres agrônômicos e qualitativos de batata-doce para as características Produtividade comercial (PC), Teor de massa seca (TMS), Ângulo de saturação (CHROMA), Representação da tonalidade da cor no ângulo (Hue), Formato geral (FG), Resistência a insetos (RI), Olhos (Olh), Vei (Veias) e Lenticelas (Len).

	PC	TMS	CHROMA	Hue	FG	RI	Olh	Vei	Len
σ_g^2	0,84	5,30	17,6	145,14	0,21	0,02	0,07	-	0,01
σ_{gxe}^2	1,10	4,54	26,55	48,06	-	0,07	0,04	-	0,01
σ_e^2	0,16	5,02	7,4	31,03	0,76	0,32	0,30	0,40	0,14
h^2_{mc}	80,59	83,16	77,68	93,47	83,79	39,05	75,36	-	51,07
h^2_i	39,84	35,67	34,14	64,72	21,86	39,05	17,82	-	6,56
$CV_g(\%)$	25,32	8,65	9,93	17,67	14,53	3,61	9,18	-	3,31
$CV_e(\%)$	11,22	8,42	6,44	8,17	27,63	14,55	18,41	27,17	11,88
$CV_r(\%)$	2,25	1,02	1,54	2,16	0,52	0,24	0,49	-	0,27
Média	15,09	26,60	42,22	68,10	3,17	3,91	3,01	0	3,16

σ_g^2 : Variância genotípica; σ_{gxe}^2 : Variância interação genótipo x ambiente; σ_e^2 : Variância ambiental; h^2_{mc} : Herdabilidade média de genótipos; $CV_g(\%)$: Coeficiente de variação genotípica; $CV_e(\%)$: Coeficiente de variação ambiental; $CV_r = CV_g/CV_e$: Razão entre coeficientes de variação genético e ambiental. Produtividade comercial (PC), Teor de massa seca (TMS), Ângulo de saturação (CHROMA), Representação da tonalidade da cor no ângulo (Hue Trans), Formato geral (FG), Resistência a insetos (RI), Olhos (Olh), Vei (Veias) e Lenticelas (Len)

Fonte: Próprio autor.

Para a produtividade comercial houve interação genótipo x ambiente, sendo que os genótipos superiores foram CERAT60-05 (63,30 t ha⁻¹), CERAT56-23 (56,85 t ha⁻¹) ambos no ciclo de verão, primeiro ciclo de Botucatu (E4) e CERAT51-30 (50,75 t ha⁻¹) no primeiro ciclo de Jaboticabal (E1), sendo significativos e se diferenciando estatisticamente dos demais (Tabela 7). Os genótipos superiores apresentaram médias acima da produtividade brasileira 14,5 t ha⁻¹. Os produtores podem ter ganhos satisfatórios cinco a seis vezes mais, da produtividade se adotar alto nível tecnológico e os genótipos superiores encontrados no presente estudo. Os genótipos CERAT35-11, CERAT60-05, CERAT60-25, CERAT24-02, CERAT56-23 e a cultivar Maria Rita apresentaram maior número de raízes, variando entre 20 a 40kg pl⁻¹, Ringo (2018) constatou maior número de raízes comerciais (NRC) foram produzidas pela cultivar Beauregard em ambos os ciclos, com 3,3 (primeiro ciclo 28 de dezembro) e 4,5 kg pl⁻¹ (segundo ciclo 3 de novembro).

As médias para produtividade comercial, apresentaram valores entre 10,05 t ha⁻¹ a 63,30 t ha⁻¹, para os genótipos CERAT60-05, CERAT56-23, CERAT51-30 no primeiro ciclo de Botucatu (E4) (Tabela 7). Valores similares foram observados na seleção dos melhores genótipos quanto a produtividades de raízes totais, apresentando valores entre 33,11 t ha⁻¹ e 42,76 t ha⁻¹, superiores à produtividade média da população 24,53 t ha⁻¹ em trabalhos realizado por Costa (2020) na região de Minas Gerais, município de Ijaci, trabalhado com genótipos de batata-doce.

Daros et al. (2002) observaram a ocorrência de variação nas médias de produtividade comercial por ambiente, no município de Campos dos Goytacazes, região norte fluminense, com valores de 9.858,197 kg ha⁻¹ para o ambiente área do Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo (CEAAS) a 14,53 t ha⁻¹ para o ambiente Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP/97) avaliando genótipos de batata doce. Médias acima do observado por Daros et al. (2022)) foram observadas no presente estudo.

O teor de massa seca tem relação direta no rendimento industrial, entre eles, na produção de etanol e produção de chips, ressaltando a importância da seleção baseada nessa característica (Leonel et al., 2002; Otoboni, 2019). O teor de massa seca teve a interação genótipo por ambiente, sendo que os genótipos superiores foram CERAT21-02 (36,14%), CERAT25-27 (35,97%) no terceiro ciclo de Jaboticabal

(E3) e CERAT31-22 (33,90%) no primeiro ciclo de Botucatu (E4), se diferenciando estatisticamente dos demais (Tabela 7).

A cor é um dos principais atributos dos alimentos, sendo considerado como um indicador da qualidade e determinando a sua aceitação pelo consumidor. O chroma (C*) expressa a saturação ou intensidade da cor, para avaliar este atributo de qualidade, levou-se em consideração as maiores médias que expressam a intensidade da cor (Azeredo 2009).

Na variável Chroma sua escala no ângulo varia de 0-verde a 60-vermelho. Os valores para identificar a saturação da cor escura alaranjada, encontra-se entre 30 a 50. Os valores para essa característica variaram em uma faixa 30,33 a 50,91 no presente estudo (Tabela 7). Velho et al. (2016), avaliando genótipos de batata-doce, verificaram valores de chroma em torno de 17,72, indicando que as amostras apresentaram baixa saturação na cor, tendendo para as cores amarelo.

O chroma indica a saturação da cor presente na raiz. Os valores acima de 35 indicam a concentração ou saturação de betacaroteno nos genótipos de polpa alaranjada, quanto maior for o número, a concentração da saturação presente na polpa da raiz é maior. Para a característica chroma os genótipos superiores foram CERAT31-12, CERAT55-20, CERAT52-23, no terceiro ciclo de Jaboticabal (E3). As médias variam entre 50,91 a 50,76, sendo que para o primeiro genótipo assim como o segundo a média não variou (Tabela 7). A cultivar testemunha Beuregard teve a média 43,89 no primeiro ciclo Jaboticabal (E1). Resultados similares foram observados nos genótipos CNPH1007 (49,00), CNPH1194 (54,00), CNPH1202 (47,06), CNPH1205 (49,6) (Donado, 2011).

O betacaroteno é importante precursor de vitamina A no organismo e está associado com a coloração amarela a vermelha dos alimentos, sendo observada a tonalidade da cor através do ângulo hue, sendo considerado uma escala de 30 a 50 (Neunfeld et al., 2022). Quanto à característica hue os genótipos superiores foram CERAT60-25 (33,51), CERAT 35-11 (41,51) no terceiro ciclo Jaboticabal (E3) e CERAT25-01 (38,64) no terceiro ciclo Botucatu (E6), (Tabela 7). Conforme a mudança de ambientes os seus valores alteraram, pela divergência dos solos e principalmente mudança de clima (verão e inverno). A temperatura ideal para a produção de batata-doce é 24°C a 33°C. No ciclo de verão a produtividade é superior em relação ao ciclo

de inverno devido a condições de temperatura baixa que influencia diretamente no desenvolvimento da cultura.

Donado (2011) avaliando genótipos de batata-doce, observou que os valores do ângulo Hue, se diferiram estatisticamente entre os genótipos com maior valor atribuído a CNPH1202 (50,7) e o menor valor ao CNPH1194(46,1) próximo dos valores observados no presente estudo.

A avaliação da tonalidade da cor (Hue), pode-se observar que o genótipo CERAT60-25 no terceiro ciclo Jaboticabal (E3) foi superior, com médias variando de 33,51 a 39,03, sendo médias desejadas. As medias obtidas se aproximaram do valor observado nos genótipos UGA34, UGA125, UGA126, variando de 34,48 a 37,24 (Neunfeld et al. 2022).

Quanto ao formato da raiz não houve interação genótipo por ambiente. Normalmente os genótipos mantêm o padrão do formato independente do ambiente onde eles estão. Suas médias variaram 3 – formato desuniforme a 4,50 – formato próximo ao fusiforme. As cultivares Beauregard e Amélia apresentou 3,50 a 3,66 (classificação crescente das notas) no presente trabalho, tendo formato desejado para o mercado comercial (Tabela 7). Já em estudo realizado por Amaro et al. (2017), em 2014, os autores verificaram que as cultivares BRS Amélia, Brazlândia Branca e BRS Cuia, diferenciaram-se das demais e receberam notas acima de 3,0 (classificação decrescente das notas) indicando formatos menos desejados para o mercado e Beauregard 1,63 com formato bom (Amaro et al., 2017). Os genótipos superiores e recomendados para a comercialização são CERAT31-12 (segundo ciclo Jaboticabal - E2), UNESP Maria Rita (terceiro ciclo Botucatu - E6), CERAT52-23, CERAT60-05 e CERAT60-07 (primeiro ciclo Jaboticabal - E1 e Botucatu - E4) variando as medias 4,33 a 4,50 formato fusiforme.

Costa (2020) avaliou os genótipos 2018-19-443, 2018-36-807 e 2018-19-464, e verificou que estes estavam entre os melhores em formato geral, sendo próximo ao fusiforme, e com padrão que interfere medianamente na comercialização, próximo ao bom e agrupamento aberto de raízes.

Para a alimentação humana é importante que além das características de produtividades, ofereça boas características qualitativas, como formato e resistência a insetos do solo (Gonçalves et al., 2012). A interação genótipo por ambiente foi

significativo para resistência a insetos e não significativo para tratamento. O ambiente influenciou mais do que o padrão genético, visto que os genótipos não contêm genes de resistência a insetos. As médias variaram 3 - danos que afetam medianamente o aspecto comercial a 4,66 - poucos danos a livre de danos.

Barreto et al. (2011) avaliaram os genótipos experimentais, houve verificaram ampla variação no nível de severidade de danos causados por insetos de solo, destacando os genótipos BD#106; BD#58 e BD#22, com médias respectivas de 1,16, 1,43 e 1,58, não diferindo estatisticamente das testemunhas resistentes (Brazlândia Branca, Brazlândia Rosada, Brazlândia Roxa e Palmas).

Os genótipos superiores na característica de resistência a insetos foram CERAT21-06, UNESP Maria Rita, CERAT-25-27, CERAT21-02 (4,50) (terceiro ciclo Botucatu - E6), CERAT52-23, CERAT56-23, CERAT35-02, CERAT60-25 (primeiro ciclo Jaboticabal - E1 e primeiro ciclo Botucatu - E4), Amélia com média 4,50 (primeiro ciclo Botucatu - E4) e CERAT 24-02 com média 4,66 (segundo ciclo Jaboticabal - E2) (Tabela 5). Em 2014 o nível de danos foi suficiente para separar as cultivares em dois grupos, e as cultivares mais resistentes foram Beauregard, Brazlândia Rosada, Princesa, BRS Rubissol e Brazlândia Roxa, esta última com nota 1,50 (Amaro et al., 2017). Comprovando o resultado obtido na cultivar Amélia no presente estudo.

Com relação a característica olho as médias para este caráter variaram 3 - poucos olhos a 4 - ausência de olhos. Dados similares foram observados por Costa (2020) que ao avaliar genótipos de batata-doce, verificou notas variando de 0,04 e 0,32 para os 15 melhores genótipos, que correspondem a ausência de olhos, sendo feita a classificação da nota de forma decrescente (Costa 2020). No presente estudo, os genótipos superiores foram CERAT21-02, CERAT21-06 (primeiro ciclo Botucatu - E4) e CERAT35-11 (terceiro ciclo Botucatu - E6) com ausência de olho, tendo média 4. Produtores de batata-doce e consumidores requerem raízes ausentes de olhos (Costa, 2020).

Para a característica veia os genótipos mantiveram o padrão independentemente do ambiente, não tendo interação genótipo por ambiente. Também não houve efeito significativo para a variável veias, sendo que 76,19% dos genótipos avaliados com ausência de veias e 23,80%. A característica presença de

veias foi desconsiderada na análise por não apresentar interação genótipo por ambiente, focando nas características agronômicas (Costa, 2020).

Com relação a presença de lenticelas as médias variaram de 3,16 a 4 poucas a ausência de lenticelas. Houve interação genótipo por ambiente para essa característica, tendo os genótipos superiores CERAT21-06, CERAT31-22 (genótipos no primeiro ciclo Botucatu - E4), CERAT25-01 (terceiro ciclo Jaboticabal - E3), CERAT60-22 (segundo ciclo Jaboticabal - E2) com média igual 4 com ausência de lenticelas encontrando-se dentro da média requerida (Tabela 7).

Na avaliação dos genótipos verificaram-se notas entre 0,88 até 1,26, que corresponderam à raízes com poucas lenticelas, com ganhos de seleção entre -0,86 e -0,48. A média geral da população (1,74) indicou presença mediana de lenticelas confirmando os resultados obtidos (Costa, 2020).

Para as características não significativas na interação genótipo por ambiente, quanto a formato geral e veia, não tiveram influência do ambiente sobre elas, mantendo-se constante independente do ambiente.

Quanto às características de produtividade comercial (PC), formato geral (FG), resistência a insetos (RI), olhos (Olh) e lenticelas (Len) o melhor local foi Botucatu primeiro ciclo (E4). Para as características de hue, chroma e teor de massa seca (TMS) o local superior foi Jaboticabal terceiro ciclo (E3) correspondente a 33,33 %, tendo uma boa performance. De forma geral o primeiro ciclo de Botucatu (E4) correspondente a 55,5 % foi superior em relação aos demais ciclos nas características avaliadas, pois foi o ambiente em que os genótipos apresentaram performance superior em relação aos demais ambientes.

Os genótipos superiores apresentaram interação genótipo x ambiente nos ambientes avaliados, diante das diversas condições de temperatura, solo, precipitação, entre outros fatores. Além da duração do ciclo dos materiais, das condições edafoclimáticas do local de cultivo, da época de plantio, da qualidade das estacas utilizadas e do tempo de permanência da cultura no campo, constituintes genéticos das cultivares e fatores como a temperatura, fotoperíodo e radiação solar incidente, que resultam na interação entre genótipos e ambientes (Carmona et al., 2015).

Tabela 7 - Média dos genótipos de batata-doce em Botucatu e Jaboticabal, nos anos de 2021 e 2022 para as características Produtividade comercial (PC), Teor de massa seca (TMS), Ângulo de saturação (CHROMA), Representação da tonalidade da cor no ângulo (Hue), Formato geral (FG), Resistencia a insetos (RI), Olhos (Olh), Vei (Veias) e Lenticelas (Len).

Genótipos	Ambiente	PC (t ha ⁻¹)	TMS (%)	CHROMA	Hue	FG	RI	Olh	Vei	Len
CERAT21-02	E1	2,85 Bh	30,94 Ba	46,40 Aa	75,34 Aa	3,33 Ab	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Ba	3,50 Aa
	E2	2,85 Bc	31,15 Ba	41,52 Bb	77,09 Aa	2,33 Aa	1,83 Cc	2,16 Bb	0,00 Aa	2,50 Bb
	E3	1,62 Bf	36,14 Aa	48,47 Aa	75,68 Ab	3,00 Aa	3,16 Bb	3,16 Aa	0,00 Ba	3,16 Aa
	E4	10,05 Ae	27,08 Cc	40,46 Bc	72,32 Ab	3,33 Ab	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Ba	3,50 Aa
	E5	2,70 Be	26,00 Cc	43,97 Bb	75,64 Aa	2,83 Aa	2,50 Bb	2,50 Bb	1,00 Aa	2,50 Bb
	E6	1,63 Bd	32,07 Ba	43,12 Bb	75,76 Ac	3,16 Aa	4,50 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
CERAT21-06	E1	6,0 Cg	24,48 Bb	45,48 Aa	81,18 Aa	3,66 Aa	4,00 Aa	4,00 Aa	0,00 Aa	3,66 Aa
	E2	21,45 Aa	30,90 Aa	46,29 Aa	79,79 Aa	3,33 Aa	4,50 Aa	2,83 Ba	0,00 Ab	3,16 Ba
	E3	26,20 Ab	27,55 Ac	48,81 Aa	80,88 Aa	3,83 Aa	3,50 Aa	2,66 Ba	0,00 Aa	2,66 Bb
	E4	26,10 Ac	30,21 Ab	43,58 Ab	81,13 Aa	3,66 Aa	4,00 Aa	4,00 A	0,00 Aa	3,66 Aa
	E5	6,30 Cd	23,26 Bc	45,95 Ab	81,09 Aa	3,50 Aa	3,50 Aa	3,16 Ba	0,00 Ab	3,16 Ba
	E6	12,85 Bb	29,62 Aa	49,12 Aa	79,15 Ab	3,83 Aa	4,33 Aa	3,00 Bb	0,00 Aa	3,00 Ba
UNESP Maria Rita	E1	30,75 Ac	30,39 Aa	46,98 Ba	77,11 Aa	3,66 Aa	3,83 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E2	23,70 Ba	19,65 Cc	46,79 Ba	75,44 Aa	3,91 Aa	3,91 Aa	3,16 Aa	0,00 Ab	3,25 Aa
	E3	15,30 Cc	26,89 Bc	46,65 Ba	73,83 Ab	4,16 Aa	4,00 Aa	2,83 Aa	0,00 Aa	3,00 Ab
	E4	34,50 Ab	25,05 Bd	45,01 Bb	75,14 Aa	3,66 Aa	3,83 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E5	3,60 Ee	22,83 Cc	46,88 Aa	75,27 Aa	4,00 Aa	4,16 Aa	2,83 Aa	0,00 Ac	3,00 Aa
	E6	8,13 Dc	26,24 Bb	47,85 Ba	74,83 Ac	4,33 Aa	4,50 Aa	3,66 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
CERAT25-27	E1	4,5 Bh	32,14 Ba	41,64 Ab	68,47 Bb	3,00 Ab	4,00 Aa	2,50 Ab	0,00 Aa	3,00 Aa
	E2	4,20 Bc	27,96 Ca	40,34 Ab	61,45 Cb	3,00 Aa	3,66 Ba	2,83 Aa	0,00 Aa	2,50 Bb
	E3	4,00 Cf	35,95 Aa	41,82 Ab	69,45 Bc	2,50 Ab	3,50 Bb	3,50 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E4	37,87 Ab	29,45 Cb	37,55 Ac	56,72 Cc	3,00 Ab	4,00 Aa	2,50 Ab	0,00 Aa	3,00 Aa

CERAT31-12	E5	2,70 Be	28,70 Cb	42,93 Ab	73,50 Ba	2,83 Aa	2,83 Bb	2,33 Ab	0,00 Ab	2,33 Bb
	E6	2,17 Bd	29,95 Ca	43,19 Ab	81,65 Ab	2,83 Aa	4,50 Aa	2,83 Ab	0,00 Aa	3,16 Aa
	E1	38,4 Ab	27,44 Ab	49,48 Aa	76,78 Aa	4,16 Aa	4,33 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E2	18,30 Ba	25,20 Ab	48,27 Aa	76,52 Aa	4,50 Aa	4,33 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E3	6,87 Cd	27,86 Ac	50,91 Aa	74,58 Ab	3,00 Aa	3,16 Bb	3,16 Aa	0,00 Aa	2,83 Ab
	E4	31,95 Ab	26,83 Ac	49,63 Aa	76,73 Aa	4,16 Aa	4,33 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
CERAT31-22	E5	23,40 Ba	25,30 Ac	44,60 Ab	75,07 Aa	3,16 Aa	3,66 Ba	2,83 Aa	0,00 Ab	3,00 Aa
	E6	5,67 Cc	28,11 Aa	47,93 Aa	79,25 Ab	3,16 Aa	3,66 Ba	3,33 Aa	0,00 Aa	3,16 Aa
	E1	6,9 Bg	30,19 Ba	41,25 Aa	70,70 Bb	2,00 Ab	4,66 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,66 Aa
	E2	1,80 Cc	23,76 Cb	44,41 Ab	81,05 Aa	3,00 Aa	3,33 Bb	3,00 Aa	0,00 Ab	3,00 Bb
	E3	11,04 Bc	28,24 Bc	37,73 Bc	67,53 Bc	3,00 Aa	3,33 Bb	3,16 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E4	16,80 Ad	33,90 Aa	36,74 Bc	66,11 Bb	2,00 Ab	4,66 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,66 Aa
CERAT52-23	E5	10,20 Bc	23,13 Cc	37,51 Bc	68,52 Bb	2,83 Aa	3,00 Bb	2,83 Aa	0,00 Ab	3,16 Ba
	E6	10,41 Bb	24,23 Cb	40,95 Ac	68,45 Bc	2,50 Aa	4,00 Aa	2,83 Ab	0,00 Aa	3,00 Ba
	E1	16,95 Be	28,99 Aa	50,76 Aa	75,88 Aa	4,33 Aa	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E2	9,15 Cb	22,40 Bb	47,34 Aa	76,29 Aa	4,33 Aa	3,83 Aa	3,00 Aa	1,00 Aa	3,33 Aa
	E3	5,19 Cd	27,01 Ac	48,67 Aa	74,86 Ab	3,33 Aa	3,66 Aa	3,00 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E4	23,40 Ac	24,64 Bd	47,28 Aa	75,38 Aa	4,33 Aa	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
CERAT55-20	E5	6,30 Ce	23,85 Bc	39,03 Bc	65,49 Ab	3,50 Aa	3,66 Aa	3,00 Aa	0,00 Ab	3,00 Aa
	E6	1,68 Dd	28,41 Aa	41,51 Bc	72,00 Ac	3,50 Aa	4,50 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E1	13,20 Bf	26,02 Bb	49,34 Aa	76,89 Aa	2,66 Ab	4,33 Aa	2,16 Bb	0,00 Aa	3,00 Aa
	E2	9,30 Bb	23,46 Cb	46,44 Ba	79,04 Aa	2,83 Aa	3,66 Aa	2,00 Bb	0,00 Ab	2,83 Ab
	E3	29,49 Ab	30,03 Ab	50,91 Aa	74,58 Ab	4,00 Aa	3,83 Aa	3,16 Aa	0,00 Aa	3,00 Ab
	E4	28,42 Ac	25,68 Bc	46,86 Ba	77,31 Aa	2,66 Ab	4,33 Aa	2,16 Bb	0,00 Aa	3,00 Aa
CERAT56-23	E5	26,70 Aa	21,30 Cd	45,66 Bb	77,29 Aa	3,00 Aa	3,83 Aa	2,16 Bb	0,00 Ac	2,83 Ab
	E6	7,26 Cc	25,50 Bb	45,59 Ba	75,95 Ac	2,00 Aa	4,33 Aa	3,00 Ab	0,00 Aa	3,00 Aa
	E1	43,8 Bb	31,07 Aa	36,75 Ac	45,84 Ac	3,50 Aa	4,33 Aa	2,66 Ab	0,00 Ba	3,16 Aa
	E2	21,00 Ca	22,13 Bb	36,55 Ac	47,50 Ac	3,66 Aa	4,50 Aa	2,50 Ab	0,00 Aa	3,50 Aa
	E3	8,14 Dd	30,21 Ab	37,61 Ac	49,82 Ad	3,50 Aa	4,50 Aa	3,66 Aa	0,00 Ba	3,50 Aa

CERAT60-05	E4	56,85 Aa	30,26 Ab	30,33 Bd	55,39 Ac	3,50 Aa	4,33 Aa	2,66 Ab	0,00 Ba	3,16 Aa
	E5	27,30 Ca	24,15 Bc	33,67 Bd	52,07 Ac	3,16 Aa	4,00 Aa	3,66 Aa	1,00 Aa	3,50 Aa
	E6	6,66 Dc	30,29 Aa	37,35 Ac	48,22 Ae	2,83 Aa	3,83 Aa	2,83 Ab	0,00 Ba	2,66 Ba
	E1	52,20 Ba	25,70 Ab	41,86 Ab	69,15 Bb	4,33 Aa	4,00 Aa	2,66 Ab	0,00 Ba	3,16 Aa
	E2	27,30 Ca	19,55 Bc	39,11 Bb	82,24 Aa	3,16 Ba	3,83 Aa	2,83 Aa	0,00 Bb	2,66 Ab
	E3	29,02 Cb	25,15 Ac	42,80 Ab	74,45 Bb	2,16 Bb	2,83 Bb	3,00 Aa	0,00 Ba	3,00 Ab
CERAT60-07	E4	63,60 Aa	26,56 Ac	37,06 Bc	70,75 Bb	4,33 Aa	4,00 Aa	2,66 Ab	0,00 Ba	3,16 Aa
	E5	24,45 Ca	21,10 Bd	36,35 Bc	77,33 Ba	4,00 Aa	2,83 Bb	2,16 Ab	1,00 Aa	2,66 Ab
	E6	11,92 Db	25,77 Ab	42,88 Ab	84,94 Ab	2,83 Ba	3,66 Aa	3,00 Ab	0,00 Ba	3,00 Aa
	E1	23,70 Bd	28,26 Ab	40,82 Ab	72,10 Aa	4,33 Aa	4,00 Aa	2,66 Ab	0,00 Ba	3,16 Aa
	E2	10,65 Cb	19,95 Bc	40,38 Ab	81,38 Aa	3,16 Aa	3,83 Aa	2,83 Aa	0,00 Bb	2,66 Ab
	E3	13,41 Cc	25,49 Ac	43,29 Ab	71,25 Ac	3,33 Aa	2,50 Bb	2,50 Aa	0,00 Aa	3,16 Aa
CERAT60-26	E4	39,45 Ab	28,00 Ac	41,44 Ab	72,42 Ab	4,33 Aa	4,00 Aa	2,66 Ab	0,00 Ba	3,16 Aa
	E5	21,75 Ba	17,75 Bd	42,65 Ab	75,18 Aa	4,00 Aa	2,83 Bb	2,16 Ab	1,00 Aa	2,66 Ab
	E6	6,30 Dc	16,85 Bd	43,92 Ab	77,86 Ab	2,83 Aa	3,66 Aa	3,00 Ab	0,00 Ba	3,00 Aa
	E1	34,50 Bc	28,58 Ab	37,44 Ac	73,39 Ba	4,16 Aa	4,50 Aa	3,00 Ab	0,00 Aa	3,16 Aa
	E2	13,80 Db	24,40 Bb	38,26 Ac	78,52 Ba	2,83 Aa	3,00 Bb	2,50 Ab	0,00 Ab	3,00 Ab
	E3	43,50 Aa	26,40 Ac	37,76 Ac	88,82 Aa	4,00 Aa	3,16 Bb	3,00 Aa	0,00 Aa	2,33 Bb
BEAUREGARD	E4	20,32 Cd	30,70 Ab	38,67 Ac	76,64 Ba	4,16 Aa	4,50 Aa	3,00 Ab	0,00 Aa	3,16 Aa
	E5	15,75 Cb	22,35 Bc	35,04 Bd	84,80 Aa	4,00 Aa	4,33 Aa	3,50 Aa	0,00 Ac	3,16 Aa
	E6	10,78 Db	28,07 Aa	32,78 Bd	94,11 Aa	3,83 Aa	4,83 Aa	3,83 Aa	0,00 Aa	2,66 Ba
	E1	3,90 Bh	26,32 Ab	43,89 Ab	63,51 Ab	3,00 Ab	4,00 Aa	2,50 Ab	0,00 Ba	3,50 Aa
	E2	4,20 Bc	17,45 Cc	41,55 Ab	61,05 Ab	3,50 Aa	4,33 Aa	3,00 Aa	0,00 Bb	3,50 Aa
	E3	5,92 Bd	20,55 Cd	43,27 Ab	60,47 Ac	3,50 Aa	3,50 Bb	3,16 Aa	0,00 Ba	3,33 Aa
CERAT24-02	E4	10,27 Ae	21,87 Bd	36,07 Bc	59,60 Ac	3,00 Ab	4,00 Aa	2,50 Ab	0,00 Ba	3,50 Aa
	E5	4,50 Be	18,80 Cd	33,32 Bd	58,36 Ab	2,50 Aa	2,66 Bb	2,50 Ab	0,00 Ab	2,50 Bb
	E6	1,75 Bd	23,19 Bb	39,32 Ac	59,53 Ad	2,83 Aa	4,33 Aa	3,16 Ab	1,00 Aa	3,33 Aa
	E1	32,12 Ac	30,30 Aa	49,35 Aa	77,34 Aa	3,33 Ab	3,83 Aa	3,16 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E2	6,66 Bb	22,79 Bb	44,77 Ba	81,64 Aa	3,83 Aa	4,66 Aa	2,33 Ab	0,00 Ab	3,00 Ab

CERAT25-01	E3	8,30 Bd	29,95 Ab	44,07 Bb	80,93 Aa	3,83 Aa	4,33 Aa	3,50 Aa	0,00 Aa	3,16 Aa
	E4	31,06 Ab	27,59 Ac	47,46 Aa	78,34 Aa	3,33 Ab	3,83 Aa	3,16 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E5	31,81 Aa	28,43 Ab	44,96 Bb	81,87 Aa	3,16 Aa	3,66 Aa	3,00 Aa	0,00 Ac	2,83 Ab
	E6	5,30 Bc	29,27 Aa	42,57 Bb	85,47 Ab	3,33 Aa	4,33 Aa	3,16 Ab	0,00 Aa	2,83 Aa
	E1	7,87 Bg	30,79 Aa	36,49 Bc	40,61 Cc	3,83 Aa	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,16 Aa
	E2	16,89 Aa	23,92 Bb	43,33 Aa	63,78 Ab	4,00 Aa	3,33 Ab	2,83 Aa	0,00 Ab	3,33 Aa
CERAT35-02	E3	1,37 Df	28,50 Ac	41,09 Ab	46,53 Bd	1,83 Bb	3,83 Aa	3,66 Aa	0,00 Aa	3,66 Aa
	E4	7,15 Be	24,57 Bd	31,80 Cd	50,82 Bc	3,83 Aa	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,16 Aa
	E5	10,00 Bd	24,75 Bc	36,79 Bc	48,07 Bd	3,66 Aa	4,00 Aa	3,00 Aa	0,00 Ab	3,16 Aa
	E6	2,72 Cd	24,93 Bb	38,70 Ac	38,64 Cf	2,33 Ba	3,83 Aa	2,83 Ab	0,00 Aa	3,33 Aa
	E1	6,36 Ag	28,05 Ab	42,52 Ab	79,22 Aa	3,00 Ab	4,50 Aa	2,50 Ab	0,00 Aa	3,33 Aa
	E2	10,00 Ab	21,27 Bc	37,07 Bc	45,72 Bc	2,83 Aa	3,91 Aa	2,75 Aa	0,00 Ab	3,33 Aa
CERAT35-11	E3	2,51 Be	25,31 Bc	42,33 Ab	81,82 Aa	2,60 Ab	3,33 Bb	3,00 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E4	4,83 Bf	24,14 Bd	42,29 Ab	77,73 Aa	3,00 Ab	4,50 Aa	2,50 Ab	0,00 Aa	3,33 Aa
	E5	7,50 Ad	24,02 Bc	45,07 Ab	82,75 Aa	2,33 Aa	3,16 Bb	2,50 Ab	0,00 Ac	2,66 Ab
	E6	6,06 Ac	23,91 Bb	37,79 Bc	82,48 Ab	2,16 Aa	4,16 Aa	2,66 Ab	0,00 Aa	3,00 Aa
	E1	31,81 Ac	27,22 Bb	39,42 Bc	58,37 Bb	2,66 Ab	4,16 Aa	4,16 Aa	0,00 Ba	3,16 Aa
	E2	22,12 Ba	24,05 Cb	44,91 Aa	67,89 Aa	2,16 Aa	4,33 Aa	4,16 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
CERAT51-30	E3	6,72 Dd	30,06 Ab	38,60 Bc	41,51 Cd	2,16 Ab	3,66 Aa	3,83 Aa	0,00 Ba	3,50 Aa
	E4	16,22 Cd	32,45 Aa	35,84 Cc	51,67 Cc	2,66 Ab	4,16 Aa	4,16 Aa	0,00 Ba	3,16 Aa
	E5	26,36 Aa	30,41 Aa	32,89 Cd	45,82 Cc	2,33 Aa	3,66 Aa	2,83 Ba	1,00 Aa	3,16 Aa
	E6	28,33 Aa	28,36 Ba	35,72 Cd	46,77 Ce	2,00 Aa	3,33 Aa	4,33 Aa	0,00 Ba	3,16 Aa
	E1	50,75 Aa	26,92 Ab	42,07 Bb	70,88 Ab	2,66 Ab	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E2	11,21 Bb	21,43 Bc	46,66 Aa	74,98 Aa	3,50 Aa	4,33 Aa	3,16 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
CERAT60-22	E3	7,72 Bd	28,36 Ac	45,90 Aa	67,03 Ac	2,83 Aa	4,00 Aa	3,16 Aa	0,00 Aa	3,33 Aa
	E4	8,51 Be	24,62 Bd	38,61 Bc	63,99 Ab	2,66 Ab	4,50 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E5	9,39 Bd	24,77 Bc	40,30 Bb	65,26 Ab	3,16 Aa	4,16 Aa	3,00 Aa	0,00 Ac	3,00 Aa
	E6	6,21 Bc	24,92 Bb	46,45 Aa	66,85 Ac	2,66 Aa	4,33 Aa	3,33 Aa	0,00 Aa	3,00 Aa
	E1	10,60 Bf	30,79 Aa	42,44 Ab	74,57 Aa	2,83 Ab	4,16 Aa	3,66 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa

CERAT60-25	E2	8,18 Bb	21,17 Cc	39,80 Ab	75,60 Aa	2,33 Aa	4,16 Aa	3,50 Aa	0,00 Ab	3,66 Aa
	E3	4,25 Ce	31,43 Ab	43,34 Ab	72,54 Ab	1,33 Ab	3,16 Bb	3,00 Aa	0,00 Aa	3,16 Aa
	E4	2,33 Cf	23,90 Cd	39,81 Ac	70,82 Ab	2,83 Ab	4,16 Aa	3,66 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E5	14,09 Ac	25,64 Cc	42,25 Ab	80,64 Aa	2,16 Aa	3,16 Bb	2,33 Bb	0,00 Ab	2,66 Bb
	E6	15,75 Ab	27,38 Ba	38,91 Ac	55,78 Bd	2,16 Aa	3,83 Aa	2,00 Bb	0,00 Aa	3,33 Aa
	E1	11,81 Bf	29,54 Ba	40,23 Ab	36,75 Ac	3,00 Ab	4,50 Aa	3,00 Ab	0,00 Aa	3,33 Aa
AMÉLIA	E2	5,15 Cc	20,79 Cc	34,78 Bc	39,03 Ac	3,16 Aa	3,16 Bb	2,50 Ab	0,00 Aa	3,00 Ab
	E3	6,09 Cd	23,05 Cd	32,70 Bd	33,51 Ae	3,00 Aa	3,83 Ba	3,00 Aa	0,00 Aa	3,50 Aa
	E4	14,30 Ad	32,66 Aa	34,83 Bc	38,01 Ad	3,00 Ab	4,50 Aa	3,00 Ab	0,00 Aa	3,33 Aa
	E5	13,33 Ac	26,96 Bb	38,71 Ac	36,89 Ad	3,16 Aa	3,33 Bb	2,83 Aa	0,00 Ab	2,66 Ab
	E6	6,66 Cc	21,26 Cc	39,55 Ac	38,52 Af	2,66 Aa	3,66 Ba	2,16 Ab	0,00 Aa	3,00 Aa
	E1	24,62 Ad	30,63 Ba	41,05 Ab	65,05 Ab	2,00 Bb	4,50 Aa	2,66 Bb	0,00 Aa	3,50 Aa
	E2	2,72 Cc	28,92 Ba	44,90 Aa	71,34 Aa	3,16 Aa	3,33 Ab	2,16 Bb	0,00 Ab	3,16 Aa
	E3	2,00 Ce	30,87 Bb	36,97 Bc	63,47 Ac	3,66 Aa	3,66 Aa	3,16 Aa	0,00 Aa	2,83 Ab
	E4	12,33 Bd	34,62 Aa	42,15 Ab	69,70 Ab	2,00 Bb	4,50 Aa	2,66 Bb	0,00 Aa	3,50 Aa
	E5	11,36 Bc	32,76 Aa	39,17 Bc	71,34 Ab	3,00 Aa	4,00 Aa	3,50 Aa	0,00 Ac	3,33 Aa
	E6	4,84 Cc	30,90 Ba	38,86 Bc	67,89 Ac	3,50 Aa	4,00 Aa	3,16 Ab	0,00 Aa	2,83 Aa
	CV%	3,11	8,42	6,44	8,17	27,63	14,50	18,41	27,17	11,88
F	Genótipo	5,15**	5,94**	4,48**	15,32**	6,16**	1,64 ^{ns}	4,05**	0,72 ^{ns}	2,04*
	Ambiente	156,14**	84,22**	30,25**	4,11*	1,03 ^{ns}	17,72**	8,29**	8,88**	9,77**
	GxA	22,07**	3,84**	12,29**	5,87**	0,96 ^{ns}	1,72**	1,46**	0,83 ^{ns}	1,34*

Teste agrupamento de médias Scott e Knott a 5% de probabilidade. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na vertical comparam genótipos dentro dos seis ambientes. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical comparam genótipos no mesmo ambiente. PC: Produtividade comercial (t ha⁻¹); TMS: Teor de massa seca (%); CHROMA: Ângulo de saturação; Hue: Representação da tonalidade da cor no ângulo; FG: Formato geral (nota de 1-5); RI: Resistência à insetos (nota de 1-5); Olh: Olhos (nota de 1-5); Vei: Veias (nota de 0-1); Len: Lenticelas (nota de 1-4). E: Ambiente; E1: Primeiro ciclo Jaboticabal; E2: Segundo ciclo Jaboticabal; E3: Terceiro ciclo Jaboticaba; E4: Primeiro ciclo Botucatu; E5: Segundo ciclo Botucatu; E6: Terceiro ciclo Botucatu; CV% coeficiente de variação; F genótipo; F ambiente e F interação genótipo por ambiente (GxA).

Fonte: Próprio autor

A interação os fatores genótipos e ambientes, afetam diretamente o crescimento, desenvolvimento e tamanho das raízes e, conseqüentemente, o rendimento das cultivares (Erpen et al., 2013; Carmona et al., 2015).

No presente estudo ficou evidenciada a interação genótipo por ambiente, sendo o primeiro ciclo de Botucatu (E4), como o mais apropriado para o cultivo de batata-doce. Este foi superior por ser ciclo de verão e apresentar temperaturas do ar acima em relação ao ciclo de inverno, visto que temperaturas baixas retardam o desenvolvimento da batata-doce e conseqüentemente reduz a produtividade. Em Botucatu por apresentar solo de textura média, mostrou-se com maior eficiência no desenvolvimento da batata-doce em relação ao solo de textura argiloso de Jaboticabal.

Os genótipos CERAT60-05, CERTA56-23, CERAT60-26, CERAT35-11 foram os promissores nos ambientes avaliados, principalmente na característica de produtividade comercial, teor de massa seca mediante as características qualitativas.

5.2 ADATABILIDADE E ESTABILIDADE PELA METODOLOGIA MHPRVG

A herdabilidade é um dos mais importantes parâmetros genéticos pois permite a quantificação da fração de variação fenotípica que é herdável, ou seja, indica a natureza genotípica influenciada no fenótipo (Outoboni, 2019). A herdabilidade no presente estudo variou de alta para as características Hue (63,60), média para PC (29,56), TMS (33,78), Chroma (31,05) e baixa para as características RI (1,96), Olho (16,03) e Len (2,65) (Tabela 8). As características PC, TMS, Chroma, Hue tiveram herdabilidade, sendo passíveis de seleção.

Mariano et al. (2020) observaram que os valores diferiram de zero, denotando variância genotípica significativa para a maioria das características avaliadas, no entanto, o teste da razão de MHPRVG foi aplicado e então diferenças significativas foram encontradas para rendimento total de tubérculos de batata (TY), número total de tubérculos (TNT), número de tubérculos comerciais (NCT) e olhos (Olho).

O valor maior que zero indica a presença de variabilidade genética significativa. No presente estudo, os valores da variância genética (σ^2_g) maior que um foram para as características Hue 144,23 e PC 45,61, TMS 5,10 e Chroma 16,43 indicando a presença da variabilidade genética dos genótipos. As características Ri, Olh, Len foram

influenciadas pelo ambiente. Em melhores condições de ambiente essas características são poucos manifestas.

A interação da variância genótipo x local x ano (σ^2_{gla}) foi forte para as características FG (75,32), TMS (4,13), Chroma (25,56), Hue (48,39), confirmando a existência de uma forte interação para anos e locais, pois a variância foi maior para genótipos x ano x local. Porém, quando se considera variância genótipo x local (σ^2_{gl}), variância genótipo x ano (σ^2_{ga}) a interação não é forte, só ocorre a interação forte quando a interação foi tripla (σ^2_{gla}).

O ambiente teve influência sobre as características qualitativas, quanto a variação ambiental (σ^2_e) as características influenciadas pelo ambiente foram Ri, Olh e len. Em ambientes favoráveis as características são manifestas em menor quantidade ou não são manifestas. Tendo em conta que se trata de genótipos em seleção avançada do programa de melhoramento.

A interação dos genótipos local e ano (r_{gla}) variou 0,73 Hue a 0,084. Existe uma correlação forte pra Hue (0,73), média para PC (0,33), TMS (0,50), Chroma (0,36) e Olh (0,55). Porém quando se considera a interação genótipo x local (r_{gl}), genótipo x ano (r_{ga}) a correlação é forte indicando que é necessário fazer o estudo de adaptabilidade e estabilidade de genótipos superiores. Segundo Castro et al. (2018) a correlação genotípica entre locais (r_{gloc}) é um parâmetro importante para o entendimento do desempenho dos genótipos nos diferentes locais de avaliação.

As interações genótipo x local (r_{gl}) 0,99, genótipo x ano (r_{ga}) 0,98, genótipo x ano x local (r_{gla}) 0,73 foram altas, indicando que os genótipos superiores nos locais ou anos diferentes são sempre os melhores, não necessitando do estudo de estabilidade e adaptabilidade para a característica Hue.

O coeficiente de variação ambiental variou PC (26,54%) a Chroma (6,44%). Com relação ao coeficiente de variação genética alta para as características PC (44,13%), TMS (8,49%), Chroma (9,59%) e Hue (14,63%). O coeficiente de variação residual (CV_r) é a razão do coeficiente de variação genotípica (CV_g) e coeficiente de variação ambiental (CV_e), sendo que valores maiores que um 1 são indicativos de predominância dos fatores genéticos sobre fatores ambientais. Os valores maiores que 1 para CV_r foram observados no presente estudo foram para as características PC (1,62%), TMS (1,00%), Chroma (1,48%), Hue (2,15%), quanto as características Ri,

Olh e lenticelas não foram significativas. Ao avaliar genótipos de batata-doce Mariano et al. (2020) observou valores similares no coeficiente de variação (CV_r) sendo baixas variando de 0,08% (RI) a 1,65% (Vei). Vei% (1,65%) e TMS (0,75%) foram as únicas características que apresentaram CV_r indicativo de maior probabilidade de ganhos de seleção.

Hue se refere a tonalidade da cor no ângulo de cromaticidade e luminosidade. Está característica na avaliação de componentes de variação foi significativo tanto para componentes individuais assim como na interação variância genótipo x local x ano (σ^2_{gla}) média e alta correlação entre ambientes genotípica x local x ano (r_{gla}). Esta característica obteve valor de herdabilidade e correlação individual maior que 90% sendo estável e adaptável, não prosseguindo para o estudo de adaptabilidade e estabilidade (Tabela 9).

Verificou-se que os valores genotípicos foram baixos quando comparados o efeito da média, porém quando considerado média do efeito da interação genotípica (u_g) ou média da interação genotípica e ambiental ($u+g+em$) a interação é maior, sendo os melhores genótipos CERAT60-26 (81,74), CERAT24-02 (80,08), CERAT21-06 (79,26), CERAT55-20 (76,26), CERAT31-12 (75,93) e CERAT60-05 (75,92), CERAT60-07 (74,57).

Tabela 8 - Estimativa de componentes de variação para as características de produtividade comercial (PC), teor de massa seca (TMS), Chroma (Chroma), Hue (Hue), resistência a insetos (RI), olhos (Olh) e lenticelas (Len) para análise conjunta de 21 genótipos de batata-doce em Jaboticabal e Botucatu.

	PC	TMS	Chroma	Hue	RI	Olh	Len
σ_g^2	45,61	5,10	16,43	144,23	0,008	0,069	0,004
σ_{ga}^2	16,27	0,67	1,152	1,770	0,046	0,030	0,027
σ_{gl}^2	0,568	0,167	2,355	1,334	0,005	0,003	0,0002
σ_{gla}^2	75,32	4,134	25,56	48,39	0,038	0,021	0,0009
σ_e^2	16,49	5,025	7,402	31,02	0,325	0,307	0,135
h_g^2	29,56 ± 7,91	33,78 ± 8,46	31,05 ± 8,11	63,60 ± 11,60	1,96 ± 2,04	16,03 ± 5,82	2,65 ± 2,37
r_{gl}	0,987	0,968	0,874	0,990	0,605	0,958	0,949
r_{ga}	0,736	0,883	0,934	0,987	0,151	0,694	0,138
r_{gla}	0,331	0,506	0,361	0,736	0,084	0,557	0,133
$CV_g(\%)$	26,54	8,424	6,443	8,177	14,55	18,41	11,61
$CV_e(\%)$	44,13	8,490	9,599	17,63	2,332	8,736	2,116
$CV_r(\%)$	1,662	1,007	1,489	2,156	0,160	0,474	0,182
Média	15,30	0,51	42,23	68,11	3,2	3,01	3,16

PC: Produtividade comercial (t ha⁻¹); TMS: Teor de massa seca (%); Chroma: saturação; Hue trans: tonalidade da cor no ângulo; RI: resistência a insetos; Olh: Olhos; Len: Lenticelas; σ_g^2 : variância genotípica; σ_{ga}^2 : variância genótipo x ano; σ_{gla}^2 : variância genótipo x local x ano; σ_e^2 : Variância ambiental ou residual; h_g^2 : herdabilidade geral; r_{gl} : correlação genotípica x local; r_{ga} : correlação genotípica x ano; r_{gla} : correlação entre ambientes genotípica x local x ano; $CV_g(\%)$: Coeficiente de variação genotípico; $CV_e(\%)$: coeficiente de variação residual; $CV_r(\%) = CV_g/CV_e$: razão entre o coeficiente de variação genotípico e residual. Fonte: Próprio autor.

Tabela 9 – Resumo do efeito da interação genotípica e ambiental em 21 genótipos na característica Hue.

Ordem	Genótipo	g	u + g	u+g+gem
1	CERAT60-26	13,57	81,68	81,74
2	CERAT24-02	11,91	80,02	80,08
3	CERAT21-06	11,55	79,65	79,71
4	CERAT55-20	8,11	76,22	76,26
5	CERAT31-12	7,79	75,90	75,93
6	CERAT60-05	7,78	75,88	75,92
7	CERAT21-02	6,69	74,80	74,83
8	CERAT60-07	6,43	74,54	74,57
9	CERAT35-02	6,36	74,47	74,50
10	CERAT52-23	4,84	72,95	72,97
11	CERAT60-22	3,30	71,41	71,42
12	CERAT31-22	2,13	70,23	70,24
13	CERAT25-27	0,40	68,51	68,51
14	CERAT51-30	0,06	68,16	68,16
15	AMÉLIA	0,02	68,13	68,13
16	UNESP Maria Rita	-1,28	66,82	66,82
17	BEAUREGARD	-7,14	60,97	60,94
18	CERAT35-11	-14,95	53,15	53,09
19	CERAT56-23	-17,00	51,11	51,03
20	CERAT25-01	-21,77	46,34	46,24
21	CERAT60-25	-28,78	39,33	39,19

Gen: Genótipo; g: valor genotípico, u: média do efeito da interação genotípica; u+g+gem: média da interação genotípica e ambiental. Fonte: Próprio autor.

O método MHPRVG faz a estimação simultânea da adaptabilidade, estabilidade e produtividade reduzindo deste modo a probabilidade do estudo de interação genótipo x ambiente na identificação de genótipos produtivos, sendo que genótipos estáveis e adaptáveis não requerem de estudos de interação G x A. A interação tripla para fontes de variação foi forte a média indicando variabilidade genética significativa, justificando o estudo de adaptabilidade e estabilidade. O método MHPRVG foi utilizado para aferição de genótipos superiores estáveis e adaptáveis para os ambientes avaliados.

Com base na avaliação interação genótipo por ambiente foram selecionadas características significativas, sendo PC, TMS, Chroma, Hue trans, RI, Olh e Len. Destas características com base nos parâmetros genéticos foram selecionadas PC, TMS e Chroma, para a avaliação de estabilidade e adaptabilidade. Conforme a seleção

prosseguiu-se as estimativas de estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e estabilidade e adaptabilidade, simultaneamente (MHPRVG) dos genótipos (Tabelas 10, 11 e 12).

Para produtividade comercial (PC), os genótipos superiores coincidiram nos três parâmetros avaliados (MHVG, PRVG e MHPRVG), sendo eles: CERAT60-05, CERAT56-23, CERAT60-26, CERAT35-11, CERAT31-12, CERAT55-20, UNESP Maria Rita, CERAT24-02, CERAT60-07 e CERAT21-06 (Tabela 10). Destaca-se que estes genótipos foram significativos na interação genótipo x ambiente e tiveram as melhores médias (Tabela 7). Otoboni (2019) verificou superioridade dos genótipos CERAT16-03, CERAT21-05, CERAT21-11, CERAT21-13, CERAT24-26, CERAT29-23, CERAT29-26, CERAT34-22, CERAT51-31, CERAT51-33, CERAT52-22, CERAT56-32, CERAT60-05 e CERAT16-04, ao avaliar a produtividade comercial de 30 genótipos de batata-doce.

No presente estudo observou-se pouca influência do ambiente devido a pouca variação da interação genótipo por ambiente nos três parâmetros. Os genótipos superiores permaneceram na mesma posição para ambos os parâmetros.

A média geral dos 21 genótipos de batata-doce mediante os três parâmetros foi 15,30 t ha⁻¹. Os genótipos estáveis e adaptáveis conforme a metodologia MGPRGV*MG, cujas médias para PC foram: CERAT60-05 (29,75 t ha⁻¹), CERAT56-23 (23,91 t ha⁻¹), CERAT60-26 (20,79 t ha⁻¹), CERAT35-11 (19,76 t ha⁻¹), CERAT31-12 (19,73 t ha⁻¹), CERAT55-20 (18,48 t ha⁻¹), UNESP Maria Rita (18,37 t ha⁻¹), CERAT24-02 (18,29 t ha⁻¹), CERAT60-07 (18,02 t ha⁻¹) e CERAT21-06 (16,46 t ha⁻¹).

Em conformidade com teor de massa seca (TMS), também foram selecionados os melhores genótipos nos três parâmetros, visto que estes não alteraram a sua posição. Os genótipos superiores para estabilidade foram os melhores para adaptabilidade (Tabela 11).

Tabela 10 – Ordenação dos 21 melhores genótipos de batata-doce com base em produtividade comercial ($t\ ha^{-1}$) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) e Estabilidade e Adaptabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).

Produtividade comercial - PC								
Ordem	Gen	MHVG	Gen	PRVG	Gen	PRVG*MG	Gen	MHPRVG*MG
1	CERAT60-05	29,08	CERAT60-05	1,90	CERAT60-05	29,08	CERAT60-05	29,75
2	CERAT56-23	23,91	CERAT56-23	1,56	CERAT56-23	23,91	CERAT56-23	23,91
3	CERAT60-26	20,79	CERAT60-26	1,36	CERAT60-26	20,79	CERAT60-26	20,79
4	CERAT35-11	19,76	CERAT35-11	1,29	CERAT35-11	19,76	CERAT35-11	19,76
5	CERAT31-12	19,73	CERAT31-12	1,29	CERAT31-12	19,73	CERAT31-12	19,73
6	CERAT55-20	18,48	CERAT55-20	1,21	CERAT55-20	18,48	CERAT55-20	18,48
7	UNESP Maria Rita	18,37	CERAT21-21	1,20	CERAT21-21	18,37	CERAT21-21	18,37
8	CERAT24-02	18,29	CERAT24-02	1,20	CERAT24-02	18,29	CERAT24-02	18,29
9	CERAT60-07	18,02	CERAT60-07	1,18	CERAT60-07	18,02	CERAT60-07	18,02
10	CERAT21-06	16,46	CERAT21-06	1,08	CERAT21-06	16,46	CERAT21-06	16,46
11	CERAT51-30	15,60	CERAT51-30	1,02	CERAT51-30	15,60	CERAT51-30	15,60
12	CERAT25-27	12,42	CERAT25-27	0,81	CERAT25-27	12,42	CERAT25-27	12,42
13	CERAT52-23	11,86	CERAT52-23	0,78	CERAT52-23	11,86	CERAT52-23	11,86
14	CERAT31-22	11,37	CERAT31-22	0,74	CERAT31-22	11,37	CERAT31-22	11,37
15	AMÉLIA	11,33	AMÉLIA	0,74	AMÉLIA	11,33	AMÉLIA	11,33
16	CERAT60-22	11,04	CERAT60-22	0,72	CERAT60-22	11,04	CERAT60-22	11,04
17	CERAT60-25	10,88	CERAT60-25	0,71	CERAT60-25	10,88	CERAT60-25	10,88
18	CERAT25-01	9,87	CERAT25-01	0,65	CERAT25-01	9,87	CERAT25-01	9,87
19	CERAT35-02	8,85	CERAT35-02	0,58	CERAT35-02	8,85	CERAT35-02	8,85
20	BEAUREGARD	8,07	BEAUREGARD	0,53	BEAUREGARD	8,07	BEAUREGARD	8,07
21	CERAT21-02	7,12	CERAT21-02	0,47	CERAT21-02	7,12	CERAT21-02	7,12

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

Nesse contexto os genótipos estáveis e adaptáveis foram: CERAT35-11, CERAT24-02, CERAT56-23, CERAT21-06, CERAT31-12, CERAT60-26. Os genótipos CERAT35-11, CERAT24-04, CERAT56-23, CERAT21-06 e CERAT31-12, também foram os melhores para produtividade comercial (PC) nos três parâmetros.

De acordo com Leonel et al., (2002) o teor de massa seca tem relação direta na produção de etanol e no rendimento industrial, ressaltando a importância da seleção baseada nessa característica. Esta importante variável na seleção de genótipos no presente estudo variou 30,55% a 22,34%.

As médias de TMS diante dos três parâmetros MHVG, PRVG e MHPRVG foram classificados sem a mudança de posição, sendo: CERAT35-11 (28,36%), CERAT24-02 (27,79%), CERAT56-23 (27,75%), CERAT21-06 (27,47%), CERAT31-12 (26,75%), CERAT60-26 (26,72%), CERAT55-20 (25,57), UNESP Maria Rita (25,44), CERAT60-05 (24,47), CERAT60-07 (23,44). A seleção de genótipos com alto teor de massa seca (TMS) é uma das principais características requeridas pelo consumidor brasileiro para o batata-doce de mesa (Otoboni, 2019).

O chroma representa a saturação da cor no ângulo, quanto mais saturado, maior é o valor do chroma, dependendo da tonalidade da cor a ser avaliada. Assim como nas características PC e TMS, os melhores genótipos para os três parâmetros MHVG, PRVG e MHPRVG, não alteraram de posição, sendo: UNESP Maria Rita, CERAT31-12, CERAT55-20, CERAT21-06, CERAT24-02 e CERAT60-07 (Tabela 12).

Quando se busca por genótipos biofortificados com vitamina A, é importante observar a cor alaranjada da polpa da raiz. As médias dos melhores genótipos foram UNESP Maria Rita (52,41), CERAT31-12 (47,07), CERAT55-20 (46,29), CERAT21-06 (45,57), CERAT24-02 (44,79) e CERAT60-07 (42,11).

Tabela 11 – Ordenação dos 21 melhores genótipos de batata-doce com base em teor de massa seca (%) para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) e Estabilidade e Adaptabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).

Teor de massa seca - TMS								
Ordem	Gen	MHVG	Gen	PRVG	Gen	PRVG*MG	Gen	MHPRVG*MG
1	AMÉLIA	30,55	AMÉLIA	1,15	AMÉLIA	30,55	AMÉLIA	30,55
2	CERAT25-27	29,93	CERAT25-27	1,13	CERAT25-27	29,93	CERAT25-27	29,93
3	CERAT21-02	29,82	CERAT21-02	1,12	CERAT21-02	29,82	CERAT21-02	29,82
4	CERAT35-11	28,36	CERAT35-11	1,07	CERAT35-11	28,36	CERAT35-11	28,36
5	CERAT24-02	27,79	CERAT24-02	1,04	CERAT24-02	27,79	CERAT24-02	27,79
6	CERAT56-23	27,75	CERAT56-23	1,04	CERAT56-23	27,76	CERAT56-23	27,76
7	CERAT21-06	27,47	CERAT21-06	1,03	CERAT21-06	27,48	CERAT21-06	27,48
8	CERAT31-22	27,12	CERAT31-22	1,02	CERAT31-22	27,13	CERAT31-22	27,13
9	CERAT31-12	26,75	CERAT31-12	1,01	CERAT31-12	26,76	CERAT31-12	26,76
10	CERAT60-26	26,72	CERAT60-26	1,00	CERAT60-26	26,73	CERAT60-26	26,73
11	CERAT60-22	26,70	CERAT60-22	1,00	CERAT60-22	26,70	CERAT60-22	26,70
12	CERAT25-01	26,31	CERAT25-01	0,99	CERAT25-01	26,31	CERAT25-01	26,31
13	CERAT52-23	26,02	CERAT52-23	0,98	CERAT52-23	26,02	CERAT52-23	26,02
14	CERAT60-25	25,88	CERAT60-25	0,97	CERAT60-25	25,88	CERAT60-25	25,88
15	CERAT55-20	25,57	CERAT55-20	0,96	CERAT55-20	25,57	CERAT55-20	25,57
16	UNESP Maria Rita	25,44	CERAT21-21	0,96	CERAT21-21	25,44	CERAT21-21	25,44
17	CERAT51-30	25,44	CERAT51-30	0,96	CERAT51-30	25,44	CERAT51-30	25,44
18	CERAT35-02	24,85	CERAT35-02	0,93	CERAT35-02	24,86	CERAT35-02	24,86
19	CERAT60-05	24,46	CERAT60-05	0,92	CERAT60-05	24,47	CERAT60-05	24,47
20	CERAT60-07	23,44	CERAT60-07	0,88	CERAT60-07	23,44	CERAT60-07	23,44
21	BEAUREGARD	22,34	BEAUREGARD	0,84	BEAUREGARD	22,35	BEAUREGARD	22,35

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

Verificou-se que ao avaliar os parâmetros individualmente, houve mudança na posição dos genótipos. Os genótipos CERAT60-05, CERAT56-23, CERAT60-26 foram superiores para TMS. Para Chroma foram UNESP Maria Rita, CERAT31-12, CERAT55-20 foram os três primeiros melhores na estabilidade (MHVG) (Tabelas 10, 11 e 12). Quanto a produtividade comercial (PC), a cultivar Amélia apresentou baixa produtividade 11,3 t ha⁻¹, encontrando-se na décima quinta posição. Para Chroma, ficou classificada na décima terceira posição, com média 40,89, visto que no TMS esteve na primeira posição. O presente estudo demonstrou que esta cultivar não foi estável para as demais características, visto que uma das principais características para a seleção de genótipos superiores é a produtividade, e esta apresentou baixa produtividade considerando a média brasileira.

Ao avaliar a adaptabilidade (PRVG) separadamente conforme cada característica observou-se a mudança de posição nos primeiros genótipos. O genótipo UNESP Maria Rita para Chroma foi o melhor, para TMS esteve em décimo sexto com uma porcentagem de 25,44%, na PC, ficando na sétima posição, com 18,37 t ha⁻¹ de PC, demonstrando deste modo, ser um genótipo adaptável para PC e Chroma e moderadamente para TMS.

Com base na metodologia MHPRVG, de uma forma geral os genótipos altamente promissores para as três características PC, TMS e Chroma foram CERAT56-23, CERAT35-11, CERAT31-12, CERAT24-02, CERAT21-06, CERAT60-05, CERAT60-26 e CERAT51-30 que demonstram estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e adaptabilidade e estabilidade conjuntamente (MHPRVG) (Tabelas 10, 11 e 12).

Tabela 12 – Ordenação dos 21 melhores genótipos de batata-doce com base em chroma para: valores genotípicos de Estabilidade (MHVG), Adaptabilidade (PRVG) e Estabilidade e Adaptabilidade multiplicada pela média geral (MHPRVG*MG).

Chroma								
Ordem	Gen	MHVG	Gen	PRVG	Gen	PRVG*MG	Gen	MHPRVG*MG
1	UNESP Maria Rita	52,41	CERAT21-21	1,24	CERAT21-21	52,47	CERAT21-21	52,39
2	CERAT31-12	47,07	CERAT31-12	1,11	CERAT31-12	47,08	CERAT31-12	47,08
3	CERAT55-20	46,29	CERAT55-20	1,10	CERAT55-20	46,30	CERAT55-20	46,30
4	CERAT21-06	45,57	CERAT21-06	1,08	CERAT21-06	45,58	CERAT21-06	45,58
5	CERAT52-23	44,95	CERAT52-23	1,07	CERAT52-23	44,97	CERAT52-23	44,96
6	CERAT24-02	44,79	CERAT24-02	1,06	CERAT24-02	44,80	CERAT24-02	44,80
7	CERAT21-02	43,58	CERAT21-02	1,03	CERAT21-02	43,60	CERAT21-02	43,60
8	CERAT51-30	43,07	CERAT51-30	1,02	CERAT51-30	43,09	CERAT51-30	43,08
9	CERAT60-07	42,11	CERAT60-07	1,00	CERAT60-07	42,12	CERAT60-07	42,12
10	CERAT25-27	41,46	CERAT25-27	0,98	CERAT25-27	41,47	CERAT25-27	41,47
11	CERAT35-02	41,41	CERAT35-02	0,98	CERAT35-02	41,42	CERAT35-02	41,42
12	CERAT60-22	41,33	CERAT60-22	0,98	CERAT60-22	41,35	CERAT60-22	41,35
13	AMÉLIA	40,89	AMÉLIA	0,97	AMÉLIA	40,90	AMÉLIA	40,90
14	CERAT60-05	40,49	CERAT60-05	0,96	CERAT60-05	40,50	CERAT60-05	40,50
15	CERAT31-22	40,30	CERAT31-22	0,95	CERAT31-22	40,31	CERAT31-22	40,31
16	BEAUREGARD	40,13	BEAUREGARD	0,95	BEAUREGARD	40,16	BEAUREGARD	40,15
17	CERAT25-01	38,95	CERAT25-01	0,92	CERAT25-01	38,97	CERAT25-01	38,96
18	CERAT35-11	38,83	CERAT35-11	0,92	CERAT35-11	38,86	CERAT35-11	38,85
19	CERAT60-25	38,01	CERAT60-25	0,90	CERAT60-25	38,02	CERAT60-25	38,02
20	CERAT60-26	37,89	CERAT60-26	0,90	CERAT60-26	37,90	CERAT60-26	37,90
21	CERAT56-23	36,89	CERAT56-23	0,87	CERAT56-23	36,90	CERAT56-23	36,90

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

6. CONCLUSÃO

- Os genótipos CERAT60-05, CERTA56-23, CERAT60-26, CERAT35-11 apresentaram o melhor desempenho agronômico nos ambientes avaliados.
- Os genótipos CERAT56-23, CERAT35-11, CERAT31-12, CERAT24-02, CERAT21-06, CERAT60-05, CERAT60-26 e CERAT51-30 demonstram estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e adaptabilidade e estabilidade conjuntamente (MHPRVG).
- Os genótipos CERAT60-05, CERTA56-23, CERAT60-26, CERAT35-11 apresentaram bom desempenho agronômico nos ambientes e simultaneamente são estáveis e adaptáveis, sendo recomendado novos estudos visando o lançamento de cultivares.

7. REFERÊNCIAS

- Amaro GB, Fernandes FR, Silva GO, Mello AF e Castro LA (2017) Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba-MG. **Horticultura Brasileira** 35: 286-291.
- Andrade Junior VC, Viana DJS, Pinto NAVD, Ribeiro KG, Perreira RC, Neiva IP, Azevedo AM e Andrade PCR (2012) Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira** 4: 584-589.
- Andrade M, Agili S, Njoku J, Sindi K, Mulongo G, Tumwegamire S, Abidin E e Mbabu A (2013) **Tudo o Que Sempre Quis Saber Sobre a Batata-doce**: Manual de capacitação CdF-Alcançando Agentes de Mudança. Nairobi, Centro Internacional da Batata, 33-45p.
- Andrioli I, Centrurion JF (1999) Levantamento detalhado dos solos da faculdade de ciências agrárias e veterinária de Jaboticabal. Congresso de ciência do solo. Anais, Brasília, **Sociedade Brasileira de ciência do solo**, 32p.
- Azevedo SM, Maluf WR, Silveira MA, Freitas JA (2002) Reação de clones de batata doce aos insetos de solo. **Ciência e Agrotecnologia** 26:545 549.
- Azevedo AM, Andrade JVC, Viana DJS, Elsayed AYAM, Pedrosa CE, Neiva IP, Figueiredo JA (2014) Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira** 32: 21-27.
- Apostolidis E, Li L, Lee C, Seeram NP (2011) In vitro evaluation of phenolic-enriched maple syrup extracts for inhibition of carbohydrate hydrolyzing enzymes relevant to type 2 diabetes management. **Journal of Functional Foods** 2:100-106.
- Bernardo VR, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC (2002) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC. Boletim Técnico Nº 100.
- Borém A, Miranda GV (2013) **Melhoramento de plantas**. Viçosa, UFV, 43-55p.
- Borém A, Miranda GV e Fritsche NR (2017) **Melhoramento de plantas**. Viçosa, UFV, 45p.
- Cavalcante RR, Nascimento IR, Rocha RNC (2017) Características produtivas de genótipos de batata doce em função de doses de fósforo em solos de terra firme no município de Careiro-AM. **Tecnologia e Ciências Agropecuárias** 17-23.
- Carvalho LPD, Farias FJC, Morello CDL, Teodoro PE (2016) **Uso da metodologia REML/BLUP para seleção de genótipos de algodoeiro com maior adaptabilidade e estabilidade produtiva**. *Bragantia* 75:314-321.

Conceição MK, Lopes NF, Fortes GRL (2004) Partição de matéria seca entre órgão de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociências** 10:313-316.

Costa Arianne Lemes (2020) **Seleção de genótipos superiores de batata-doce para a alimentação humana via modelos mistos** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Cordeiro N, Freitas N, Faria M, e Gouveia M (2013) *Ipomoea batatas* (L.) Lam, A rich source of lipophilic phytochemicals. **Journal of agricultural and food chemistry** 50: 12380-12384.

Carmona Pao, Peixoto JR, Amaro GB e Mendonça MA (2015) Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes. **Horticultura Brasileira** 33: 241-250.

Cardoso AD, Viana AES, Ramos PAS, Matsumoto SN, Amaral CLF, Sedyama T e Morais OM (2005) Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira** 23: 911-914.

Cavalcante M, Ferreira PV, Paixão SL, Costa JG, Pereira RG, Madalena JAS (2009) **Potenciais produtivo e genético de clones de batata-doce**. *Acta Scientiarum* 31: 421-426.

Cavalcante JT, Ferreira PV, Soares L, Borges V, Silva PP, Silva JW (2016) **Análise de trilha em caracteres de rendimento de clones de batata- ones de batatadoce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. *Acta Scientiarum Agro* 2:261-266.

Cruz Cosme Damião, Regazzi Adair José e Carneiro PCS (2004) **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Editora Viçosa, Viçosa, 480p.

Cruz, Cosme Damião (2006) **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. UFV.

Cruz Cosme Damião (2005) **Princípios de genética quantitativa**. Universidade Federal de Vidcosa,104p.

Donado PCM (2011) **Efeitos do processamento sobre a disponibilidade de carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em quatro cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) biofortificados** (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Silva JCO (2019) **Seleção de clones de batata-doce para diferentes aptidões Agronômicas** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Erpen L, Streck N A, Uhlmann LO, Freitas CPDOD, Andriolo JL (2013) **Tuberização e produtividade de batata-doce em função de datas de plantio em clima subtropical**. *Bragantia* 72:396-402.

Ferreira JC e Resende GM (2019) **Batata-doce**. cultivar adequada faz toda a diferença. *Campo e Negócios*.

FAO (2020) Faostat Rome Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

FAO (2022) Crops and livestock products. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Fu ZF, Tu ZC, Zhang L, Wang H, Wen QH, Huang T (2016) Antioxidant activities and polyphenols of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves extracted with solvents of various polarities. **Food bioscience** 15:11-18.

Giovane Olegario D, Silva Fabio Akiyoshi Suinaga, Rubens Ponijaleki e Geovani Bernardo Amaro (2015) Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz, MG-Viçosa, **Revista Ceres**.

Gonçalves Neto AC, Maluf WR, Gomes LAA, MACIEL GM, Ferreira RPD e Carvalho RC (2012) Correlação entre caracteres e estimação de parâmetros populacionais para batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista 713-719.

Gruneberg W, Mwnga R, Andrade M e Espinoza J (2009) **Selection methods. breeding clonally propagated crops**: Food and Agriculture Organization of The United Nations, pág 275-322.

Hanashiro Marcelo, Melo Raphael DC, Vendrame Larissa DC, Pilon Lucimeire e Jorge M Marçal (2022) **Produção orgânica de batata-doce no período de outono/inverno em São Carlos-SP**.

Hausmann BIG, Parzies HK, Presterl T, Susic Z, Miedaner T (2004) Plant genetic resources in crop improvement. **Plant genetic resources** 1:3-21.

Hamblin J, Fisher HM, Ridings HI (1980) The choice of locality for plant breeding when selecting for high yield and general adaptation. **Euphytica** 29:161-168.

Harder MNC, Brazaca SGC, Arthur V (2007) Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeira alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa Ciências Veterinárias** 102:339-342.

IBGE (2018) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE (2023) Produção Agrícola Estadual 2022.

Leonel M e Cereda MP (2002) **Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 1: 65-69.

Lerenzi JO, Monteiro DA, Filho HSM, Raij BV (2022) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo, Raízes e Tubérculos**. Boletim 100: 54-57.

Lebot V (2010) Sweet potato. **Handbook of Plant Breeding**. Springer Science & Business Media, Berlin 3: 97-125.

Leite Cláudio EC, Júnior José FSS, Francisco Alicia, Nunes IL (2019) Análise de documentos de patentes e publicação envolvendo batata-doce (*Ipomoea batatas* L.). *Avanços e Desafios da Nutrição* 3, **Antena Editora** 4: 27-38.

Mariano GG, Pavan BE, Otoboni MEF, Andrade MI, Vargas PF (2023) Prediction of genetic gains in sweet potato genotypes by polycross. **Comunicata Scientiae** 14:4053:4053.

Martelócio AC, Caldana S, Nathan F, Caramori PH (2020) Potencialidades e riscos climáticos para o cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) na Mesorregião Norte Central Do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** 1:049-066.

MCCEE H (2014) **Comida e Cozinha**: Ciência e Cultura da Culinária. São Paulo, SP: WMF Martins Fontes, 2p.

Neiva IP, Andrade Júnior VC, Viana DJS, Figueiredo JA, Mendonça Filho CV, Parrella RAC e Santos JB (2011) Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. **Horticultura Brasileira** 29: 537-541.

Neunfeld TH, Resende JTVD, Schwarz K, Guerra EP, Lima VAD e Valentim AL (2022) Características físico-químicas e compostos bioativos de acessos de batata-doce na região centro-sul do Paraná. **Brazilian Journal of Food Technology** 11: 5-9.

Oliveira ACB, Sedyama MAN, Sedyama T, Finger FL e Cruz CD (2002) Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista 4: 576-582.

Otoboni, Maria Eduarda Facioli (2019) **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de batata-doce com altos teores de betacaroteno** (Dissertação de mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira.

Queironga RCF, Santos MA, Menezes MA, Vieira CPG e Silva MC (2007) Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira** 25: 371-374.

Resende MDV (2002) **Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica 975p.

Resende MDV (2007) **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas 561 p.

Rigo D (2018) **Avaliação de cultivares de batata doce nas condições edafoclimáticas do município de Concórdia, Oeste Catarinense**. Dissertação (Mestrado Profissional em Olericultura) - Instituto Federal Goiano, Morrinhos.

Ribeiro NP, Fernandes AM, Leonel M (2017) **Batata-doce**. Botucatu: CERAT/UNESP, 2p.2017.Folder

Rocha RB, Muro-Abad JI, Araújo EF e Cruz CD (2005) Utilização do método centróide para estudo da estabilidade e adaptabilidade ao ambiente. **Ciência Florestal** 3: 255-266.

Santos FS e Machados RZ (2011) **Analisando a estabilidade. In: Proteção de cultivares no Brasil/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília.

Silva JBC (2002) **Lei de Proteção de Cultivares**. Reflexos na Pesquisa - Economia – Sociedade.

Silva JBC, Lopes CA e Magalhães JS (2008) A cultura da Batata-doce. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, Brasília.

Silva JCO (2019) **Seleção de clones de batata-doce para diferentes aptidões Agronômicas Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Silva CCD, Coelho RM, Oliveira SRDM, Adami SF (2013) Mapeamento pedológico digital da folha Botucatu (SF-22-ZB-VI-3): treinamento de dados em mapa tradicional e validação de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Botucatu, 37:846-85.

Senff Sindi Elen (2018) **Interação genótipos x ambientes em componentes morfológicos e produtivo de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.))** (Dissertação de graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos.

Stathers T, Low J, Mwanga R, Carey T, David S, Gibson R, Namanda S, McEwan M, Bechoff A, Malinga J, Benjamin M, Katcher H, Blakenship J, Silva GO, Ponijaleki R e Suinaga FA (2013) **Tudo o Que Sempre Quis Saber Sobre a Batata-doce**: Manual de capacitação CdF - Alcançando Agentes de Mudança. Centro Internacional da Batata. Nairobi, Quênia 7:436.

Somasundaram K, Mithra VS, (2008) Madhuram: A simulation model for sweet potato growth. **World Journal of Agricultural Sciences** 4:241-254.

Souza AG (2022) Adaptabilidade e Estabilidade de Genótipos Promissores de Feijão preto Via Modelos Mistos GGE BIPLLOT, para Regiões do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. (Dissertação de doutorado) Produção Vegetal, Campos dos Goytacazes RJ.

Schlegel RHJ (2003) Encyclopedic dictionary of plant breeding and related subjects. Nova York: **Haworth Press** 563 p.

Vargas PF, Fernandes AM, Dango FJU, Andrade MI, Vendrame LPC, Pereira GS (2022) **Batata-doce: produção, consumo e formas de propagação**. Informe agropecuário. 318:40-50.

Vargas PF (2015) **Diversidade genética entre acessos de batata-doce coletados em comunidades tradicionais do Vale do Ribeira** Tese (Livre Docente) – Campus Experimental de Registro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, Registro

Velho Liana CFL (2016) **Avaliação da retenção de nutrientes, aspectos sensoriais e microbiológicos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) submetida a diferentes métodos de cocção** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Villordon A, Labote DR, Firon N (2009) Development of a simple thermal time method for describing the onset of morphoanatomical features related to sweet potato storage root formation. **Scientia Horticulturae** 121:374-377.

Willadino L, Camara T (2010) **Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos**. Enciclopédia biosfera 6:11.

8. APÊNDICES

Apêndice 1A - Relação dos genótipos avaliados

Genótipo	Identificação	Pedigree (Parenteral Materno)	Origem	Campo de Cruzamento
1	CERAT21-02	MUSG014065-8	Moçambique	Zona Sul
2	CERAT21-06	MUSG014065-8	Moçambique	Zona Sul
3	CERAT21-21	MUSG014065-8	Moçambique	Zona Sul
14	CERAT24-02	MUSG014015-12	Moçambique	Zona Sul
15	CERAT25-01	MUSG15021-12	Moçambique	Zona Sul
4	CERAT25-27	MUSG15021-12	Moçambique	Zona Sul
5	CERAT31-12	MUSG012046-12	Moçambique	Zona Sul
6	CERAT31-22	MUSG012046-12	Moçambique	Zona Sul
16	CERAT35-02	MUSG0120101-85	Moçambique	Zona Sul
17	CERAT35-11	MUSG0120101-85	Moçambique	Zona Sul
18	CERAT51-30	MCKSG13003-1292	Moçambique	Zona Centro
7	CERAT52-23	MCKSGL13002-779	Moçambique	Zona Centro
8	CERAT55-20	MCKSG13003-1295	Moçambique	Zona Centro
9	CERAT56-23	MCKSGL13004-1476	Moçambique	Zona Centro
10	CERAT60-05	MGSG11003-3	Moçambique	Zona Centro
11	CERAT60-07	MGSG11003-3	Moçambique	Zona Centro
19	CERAT60-22	MGSG11003-3	Moçambique	Zona Centro
20	CERAT60-25	MGSG11003-3	Moçambique	Zona Centro
12	CERAT60-26	MGSG11003-3	Moçambique	Zona Centro
21	AMÉLIA	ILS-04	Brasil	-
13	BEAUREGARD	-	América	-

Apêndice 2A – Datas de plantio, colheita e coordenadas

Local	Ciclo	Plantio	Colheita	Latitude	Longitude	Elevação
Jaboticabal	E1 Verão	17/12/2021	26/04/2022	22°46'23"S	48°34'17"W	755,79m
Jaboticabal	E2 Verão	21/02/2022	22/06/2022	22°46'20"S	48°34'27"W	766,52m
Jaboticabal	E3 Inverno	02/04/2022	23/09/2022	21°14'35"S	48°17'03"W	553,64m
Botucatu	E4 Verão	20/12/2021	20/04/2022	21°14'37"S	48°17'04"W	547,36m
Botucatu	E5 Verão	20/02/2022	24/06/2022	21°14'38"S	48°17'10"W	574,33m
Botucatu	E6 Inverno	06/04/2022	21/09/2022	22°46'18"S	48°34'24"W	758,91m

Apêndice 3A – Dados mensal de precipitação, temperatura máxima, média e mínima de Jaboticabal nos três ciclos.

Mês	Precipitação (mm)	T Máxima	T Média	T Mínima
Dez	102.6	30.1	23.6	18.9
Jan	262.2	29.7	23.8	19.9
Fev	104.2	30.8	24.3	19.6
Mar	146.7	31.9	25.1	20.0
Abr	22.9	30.1	22.9	17.4
Mai	30.3	26.1	19.2	13.3
Jun	14.1	26.4	19.5	20.0
Jul	0.0	29.2	21.3	14.1
Ago	24.1	28.5	20.4	14.3
Set	58.5	30.4	22.5	16.0

Apêndice 3B – Dados mensal de precipitação, temperatura máxima, média e mínima de Botucatu nos três ciclos.

Mês	Precipitação (mm)	T Máxima	T Média	T Mínima
Dez	81.8	27.7	21.7	17.6
Jan	243.3	28.8	23.0	19.2
Fev	55.9	30.3	23.8	19.3
Mar	138.2	30.6	23.9	19.7
Abr	21.8	28.7	21.9	17.4
Mai	43.2	24.4	18.2	13.5
Jun	37.3	23.9	18.1	13.9
Jul	5.6	26.6	20.4	15.3
Ago	40.4	25.2	18.9	13.9
Set	38.4	26.2	19.7	14.4