

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**Janete Ramos da Silva**

**Florescimento, produção e qualidade de sementes em clones de batata-doce cultivados sob  
tutoramento**

**Montes Claros  
2022**

Janete Ramos da Silva

**Florescimento, produção e qualidade de sementes em clones de batata-doce cultivados sob  
tutoramento**

**Versão final**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**Orientador:** Alcinei Místico Azevedo

Montes Claros  
Fevereiro de 2022

Silva, Janete Ramos.

S586f  
2022

Florescimento, produção e qualidade de sementes em clones de batata-doce cultivados sob tutoramento [manuscrito] / Janete Ramos da Silva. Montes Claros, 2022.

43 f. : il.

Dissertação - Área de concentração em Produção Vegetal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Alcinei Místico Azevedo.

Banca examinadora: Cândido Alves da Costa, Hugo César Rodrigues Moreira Catão, Nermi Ribeiro Valadares, Alcinei Místico Azevedo.

Inclui referências: f. 17-21; 40-41.

1. Batata-doce – Teses. 2. Plantas - Melhoramento genético – Teses. 3. Germinação – Teses. I. Azevedo, Alcinei Místico. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 635.1/.8

## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

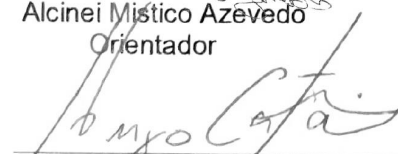
Aos 24 dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e dois, às 8:00 horas, sob a Presidência do Professor Alcinei Místico Azevedo, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Cândido Alves da Costa, D. Sc. (UFMG/ICA), Hugo César Rodrigues Moreira Catão, D. Sc. (UFU) e Nermy Ribeiro Valadares, D. Sc., reuniu-se, por videoconferência, a Banca de Defesa de Dissertação de **JANETE RAMOS DA SILVA**, aluna do Curso de Mestrado em Produção Vegetal. Após avaliação da defesa de Dissertação da referida aluna, a Banca Examinadora procedeu à publicação do resultado da defesa de Dissertação intitulada: "**Florescimento, produção e qualidade de sementes em clones de batata-doce cultivados sob tutoramento**", sendo a aluna considerada **Aprovado**. E, para constar, eu, Professor Alcinei Místico Azevedo, Presidente da Banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 68 do regulamento do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, conforme apresentado a seguir:

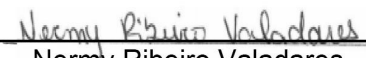
**Art. 68 Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação ou Tese e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do Colegiado do Programa, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação ou, 4 (quatro) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da tese, no prazo de 60 (sessenta) dias.**

Montes Claros, 24 de fevereiro de 2022.

  
Alcinei Místico Azevedo  
Orientador

  
Hugo César R. Moreira Catão  
Membro

  
Cândido Alves da Costa  
Membro

  
Nermy Ribeiro Valadares  
Membro

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por atender minhas súplicas, meus pedidos de orações e, principalmente, pelas bênçãos infinitas.

À Nossa Senhora, que a cada minuto me cobre com seu manto sagrado de amor e nunca me deixou só.

Aos meus pais, José e Elizarda, por serem minha inspiração e meu alicerce, e por estarem sempre ao meu lado, me aconselhando e sendo os melhores exemplos de luta e honestidade.

Aos meus irmãos, Eva, Regina, Rozely, Ricardo e Jaqueline, e aos sobrinhos Davi e Helena, pelo apoio incondicional e por estarem sempre comigo.

Ao meu esposo Marcos, pelo apoio, pela paciência, pela motivação e auxílio na condução da minha pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alcinei, por toda atenção, amizade, apoio e ensinamentos.

Aos colegas e amigos do grupo de estudos GEEA.

Em especial à Rayane, Carmélia, Ana, Nermy, Sandra e Nayane pelo auxílio e condução da minha pesquisa.

Ao grupo de estudo Sementec, em especial, ao Professor Delacyr e à Josiane por todo apoio;

À UFVJM pela doação do material propagativo.

À Universidade Federal de Minas Gerais(UFMG), pela oportunidade de realizar a graduação, e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), pela oportunidade de realizar o mestrado;

À banca pela disponibilidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos e auxílio nos experimentos.

Muito obrigada!

## FLORESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES EM CLONES DE BATATA-DOCE CULTIVADOS SOB TUTORAMENTO

### RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) (L.) Lam.) é uma olerícola, que apresenta alta heterogeneidade genética, suas sementes são de grande interesse para os programas de melhoramento da cultura. Entretanto, a obtenção dessas sementes é difícil, devido à baixa floração observada na cultura. A baixa floração pode estar associada a fatores como a autoincompatibilidade esporofítica, temperatura e fotoperíodo. O uso de técnicas de indução floral, como o tutoramento pode amenizar o problema. O presente trabalho teve como objetivo selecionar clones com maior florescimento e produção de sementes sob tutoramento e verificar qual a melhor época para cruzamentos e colheita das sementes. Foram avaliadas as características: precocidade, número de botões florais por planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, número de sementes por planta. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando encontrada diferença estatística entre os tratamentos pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ), as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0.05$ ). A dissimilaridade entre os clones foi investigada por análise de componentes principais (PCA) e o dendrograma (UPGMA). Os clones CAMBRAIA e UFVJM29 apresentaram maior número de flores. No mês de julho registrou maior número de flores. O mês de agosto apresentou maior produção de frutos. Os dois primeiros componentes principais explicaram 85,74% da variação total do conjunto de dados. Os clones foram agrupados em três clusters distintos. CAMBRAIA e UFVJM29 agrupados no cluster 2, apresentaram maiores estimativas para a produção de frutos e sementes. Os clones ARRUBA, CARRO01, UFVJM07, UFVJM25, UFVJM29 e UFVJM31 apresentaram maior porcentagem de germinação. Conclui-se que os clones UFVJM29 e CAMBRAIA, devem ser priorizados como genitores em programas de melhoramento, por apresentar alto florescimento, alta produção sementes e bom índice de vigor. O mês de julho é a melhor época para realização de cruzamentos e agosto para colheita das sementes.

**Palavras-chave:** *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Melhoramento genético. Germinação.

## FLOWERING, PRODUCTION AND QUALITY OF SEEDS IN CLONES OF SWEET POTATO CULTIVATED UNDER TUTORATION

### ABSTRACT

The sweet potato (*Ipomoea batatas*) (L.) Lam.) is a vegetable crop, which presents high genetic heterogeneity, its seeds are of great interest for crop improvement programs. However, the supply of these seeds is difficult, due to the low flowering observed in the culture. Low flowering may be associated with factors such as sporophytic self-incompatibility, temperature and photoperiod. The use of floral induction techniques such as staking can alleviate the problem. The objective of this work was to select clones with greater flowering and seed production under staking and to verify which one is better for crossing, harvesting the seeds. per plant, number of plants, as characteristics: precocity, number of flowers per plant, number of flowers, number of fruits, number of seeds per plant. Data were selected for analysis of variance and when statistical differences were found between treatments using the F test ( $p \leq 0.05$ ), the means were grouped using the Scott test ( $p \leq 0.05$ ). Dissimilarity between clones was investigated by principal component analysis (PCA) and dendrogram (UPGMA). The CAMBRAIA and UFVJM29 clones showed the highest number of flowers. The month of July recorded the highest number of flowers. The month of August presented the highest fruit production. The first two principal components, 74% The total clones of the dataset were grouped into three distinct clusters. CAMBRAIA and UFVJM29 grouped in cluster 2, simulated higher estimates for fruit and seed production. The clones ARRUBA, CARRO01, UFVJM07, UFVJM25, UFVJM29 and UFJM31 showed higher germination content. It is concluded that the UFVJM29 and CAMBRAIA clones should be prioritized as parents in breeding programs, as they present high flowering, high seed production and good vigor index. The month of July is the best time to carry out crosses and August is the best time to harvest the seeds.

**Keywords:** *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Genetic improvement. Germination.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	8
2	OBJETIVOS .....	9
2.1	Objetivo Geral .....	9
2.2	Objetivos específicos .....	9
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1	A cultura da batata-doce .....	10
3.2	Biologia floral e reprodutiva da batata-doce .....	10
3.3	Sementes da batata-doce .....	11
3.3.1	Dormência das sementes .....	11
3.4	Fatores que interferem na floração e produção de sementes da cultura da batata-doce .....	13
3.4.1	Técnicas de indução floral na batata-doce .....	13
3.4.2	Fotoperíodo .....	13
3.4.3	Enxertia .....	14
3.4.4	Hormônio vegetal .....	14
3.4.5	Anelamento .....	14
3.4.6	Tutoramento .....	15
3.5	Avanços nos programas de melhoramento com acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM .....	15
3.6	Referências .....	17
4	ARTIGOS .....	22
4.1	Artigo 1- Florescimento e produção de sementes em clones de batata-doce cultivadas sob tutoramento .....	22
	APÊNDICE 1 – Florescimento e produção de sementes em <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam. em sistema cultivo tutorado.....	42

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) (L.) Lam.) é uma hortaliça tuberosa de grande importância econômica. O Brasil é o 16º produtor mundial, com média de produtividade de 14,5 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2020). Sua importância econômica é resultante das diferentes aptidões de uso, pois, a cultura pode ser utilizada tanto na alimentação humana, quanto animal, na produção de etanol e também como matéria-prima agroindustrial (TORQUATO-TAVARES *et al.*, 2017).

A batata-doce é uma espécie alógama, hexáploide, com flores hermafroditas, sua reprodução ocorre por fecundação cruzada, o que confere sua alta variabilidade genética a partir do cultivo por sementes (ALVES *et al.*, 2017). A cultura apresenta difícil floração e baixa produção de sementes, isso tem limitado o número de cruzamentos e também a obtenção de ganho de seleção (BAAFI *et al.*, 2016; NGAILO *et al.*, 2016).

Uma série de fatores pode estar associado a dificuldade de floração e produção de sementes, como autoincompatibilidade do tipo esporofítica, fotoperíodo e temperatura (MWANGA *et al.*, 2017). A cultura necessita de fotoperíodo curto e de temperaturas entre 20 a 25 °C para ocorrer a floração (ROSSEL *et al.*, 2008). Técnicas de indução floral, tem sido utilizado para amenizar o problema, como titoramento, que auxilia no crescimento ascendente da planta, favorecendo a polinização pelos os insetos (ROSSEL *et al.*, 2008 ; MWANGA *et al.*, 2017).

Embora há clones com bom florescimento em determinados locais, a viabilidade do polen é baixa, favorecendo a má formação das sementes, além da presença de dormência (MWANJA *et al.*, 2015). A semente da batata-doce possui dormência que resultam baixa porcentagem de germinação, devido à semente ficar impermeável a água, isso pode limitar sua reprodução para melhoramento genético da cultura (MARCOS FILHO, 2015; MWANJA *et al.*, 2015).

Várias pesquisas em melhoramento genético vêm sendo conduzidas com o banco de germoplasma da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Foram selecionados acessos superiores para a produtividade de raízes (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012; ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2009), identificaram a dissimilaridade genética entre acessos quanto a qualidade de silagem (ANDRADE *et al.*, 2018). E foram selecionadas progênies superiores quanto a produtividade de raízes e ramas, formato e resistência a insetos dos solo (VALADARES *et al.*, 2021).

No entanto, estudos sobre o florescimento e produção de sementes da batata-doce ainda são escassos (BRITO *et al.*, 2021). Logo, a caracterização de clones com boa floração e produção de sementes com boa qualidade, permitirá a expansão do melhoramento genético da cultura da batata-doce.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Selecionar clones com maior florescimento e produção de sementes sob tutoramento, e verificar qual melhor época para cruzamentos e colheita das sementes.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Verificar o período de florescimento, produção e colheita de sementes de cada clone;
- Verificar quais clones possuem precocidade de florescimento;
- Verificar quais clones tem sobreposição no período de florescimento;
- Verificar quais clones produzem sementes com melhor qualidade fisiológica.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 A cultura da batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L) Lam) é a única espécie de hortaliça que pertence à família das Convolvulaceas, sendo a única que tem importância econômica (FIGUEIRA, 2013). A cultura possui centro de origem na América central e do Sul, podendo ser encontrada desde o México até a Colômbia (FERNANDES, 2013). O Brasil é considerado um centro secundário de diversidade da espécie (AUSTIN, 1988; VEASEY *et al.*, 2007; BORGES *et al.*, 2009).

A variabilidade genética da espécie é muito grande no país, podendo ser observada, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, e também no comprimento, coloração e formato das raízes (CAVALCANTE *et al.*, 2008). É uma hortaliça tuberosa e rústica, com adaptabilidade ampla, é cultivada praticamente em todo o território brasileiro (SILVA *et al.*, 2004; CARDOSO *et al.*, 2005).

A cultura da batata-doce por ser uma espécie considerada rústica, adapta-se bem em solos com pouca fertilidade e baixas taxas de precipitação. Contudo, em condições de irrigação e adubação equilibrada, há um incremento na produtividade (NASCIMENTO, 2021). A batata-doce é uma das culturas de subsistência cultivada em todo território brasileiro, possui uma produtividade média de 14,5 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2020), suas maiores áreas de produção são nas regiões: Nordeste, Sul e Sudeste. O Rio grande do Sul apresenta maior produção nacional com 175,0 toneladas, o estado de São Paulo possui a segunda maior produção com 140,7mil toneladas. Entre os dez estados produtores da batata-doce, Alagoas, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe e Paraíba apresentam produtividade inferior a média nacional 14t,1/ha (IBGE,2020)

A cultura possui diferentes aptidões de uso, suas raízes tuberosas e ramas são utilizadas na alimentação humana e animal e também como matéria-prima nas indústrias de alimento tecido, papel, cosmético, preparação de adesivos e álcool carburante (CARDOSO *et al.*, 2005). A produção de batata-doce ocorre em todas as regiões do país, é cultivada principalmente pela agricultura familiar. (MONTEIRO *et al.*, 2007).

#### 3.2 Biologia floral e reprodutiva da batata-doce

A cultura da batata-doce é uma hexaplóide  $2n = 90$  (JONES, 1965). As flores são hermafroditas perfeitas, mas com reprodução cruzada, devido sua autoincompatibilidade do tipo esporofítica, com inflorescência disposta do tipo cimeira, com 1 a 22 botões florais, cada botão floral apresenta uma cor e característica para cada variedade, podendo variar entre a cor branca ao roxo (MWANGA *et al.*, 2017).

A autoincompatibilidade esporofítica pode ocorrer de dois tipos: homomórfica e heteromórfica. Quando está associada ao polimorfismo floral é caracterizada como homomórfica, isso ocorre quando tem plantas com diferentes genótipos que não existem modificações florais, já as heteromórficas ocorre as modificações florais e geralmente as diferenças estão relacionadas com alturas das anteras em relação ao estames, no entanto, outras estruturas florais podem está envolvidas, como grãos de polens maiores e células do estigma menores (DE NETTANCOURT, 1977b, 2000; RICHARDS, 1997).

As anteras apresentam deiscência longitudinal, o gineceu possui um pistilo com ovário súpero, com dois carpelos e dois lóculos contendo um ou dois óvulos, o estigma é dividido em dois lobos. Na base do ovário, existe uma glândula amarela bem desenvolvida com néctar que atraem os insetos polinizadores (SILVA, 2004; LOPES 2004; MAGALHÃES, 2004).

A abertura das flores da batata-doce ocorre ao amanhecer, por volta das 5:00 horas. Cada flor abre apenas uma vez, logo após o nascer do sol e começa a murchar ao meio-dia (HUAMAN, 1999; JONES, 1980). Em dias com temperaturas amenas pode ocorrer mais tarde e só fechar no dia seguinte. Jones (1986) e Terada *et al.*, (2005) observaram que a antese da batata-doce ocorre por volta das 6:35 horas da manhã, com duração até as 13:00 horas do mesmo dia. Quando as flores abrem, as anteras já estão deiscentes, porém, a receptividade do estigma só começa cerca de 30 minutos depois da antese, persistindo até 1 hora antes do fechamento das flores (JONES, 1980 ; MWANGA *et al.*, 2017)

O estigma é receptivo nas primeiras horas pela manhã e a polinização ocorre principalmente por abelhas. Mas, as chances de falha de polinização são elevadas. Há uma variação na altura do estame em relação ao estigma, o que dificulta a polinização e produção de sementes da cultura (HUAMAN, 1999; MWANGA *et al.*, 2017).

Os frutos da batata-doce são do tipo cápsulas deiscentes, glabros ou hirsutos, medindo 5 a 10 mm em diâmetro. Eles contêm de uma a quatro sementes. No entanto, quando ocorre a polinização manualmente, as flores costumam produzir cápsulas com apenas duas sementes (MWANGA *et al.*, 2017).

As sementes com maior tamanho germinam mais rapidamente do que os menores. Sementes pequenas costumam representar até 50% do número total de sementes obtidas, dependendo dos genótipos envolvidos. Estas sementes são marrons ou pretas, e medem aproximadamente 2mm a 3 mm de comprimento. Quando as sementes estão sujeitas a condições favoráveis para a germinação, o embrião cresce rapidamente (LEBOT, 2010).

### **3.3 Sementes da batata-doce**

As sementes da batata-doce pertencem à classe de sementes duras, apresentando tegumento impermeável à penetração da água, tornando difícil a germinação, característica presente em várias espécies da família Convolvulacea, como na *Ipomoea purpurea*, conhecida popularmente como corda-de-viola. A impermeabilidade à água do tegumento é de caráter herdável, controlada por poucos genes e significativamente influenciada pelo ambiente (MARCOS FILHO, 2015). O gênero *Ipomoea* é o maior da família Convolvulaceae. Engloba mais de 1.000 espécies nativas do Brasil, que estão distribuídas em todo território (LORENZO, 2001; SOUZA, 2001). Algumas dessas espécies apresentam dificuldades de germinação por apresentar dormência (LOPES, 2012).

#### **3.3.1 Dormência das sementes**

A dormência é o fenômeno onde a semente, mesmo possuindo todas as condições favoráveis para iniciar o processo germinativo, como: água, luz, oxigênio, a semente não germina. Altos níveis de

dormência podem levar atrasos nos estudos de melhoramento genético, pois, pode prolongar o ciclo de avaliação e seleção (VOIGHT, 1997; TISCHLER, 1997; OLIVEIRA, 2012).

As sementes de batata-doce apresentam dormência tegumentar e esse tipo de dormência é caracterizada pela impermeabilidade do tegumento à absorção de água ou oxigênio, impedindo a absorção de água (FERREIRA, 2004; BORGHETTI, 2004)

Os principais métodos empregados para superar a dormência de sementes consistem em tratamentos com ácido sulfúrico, envelhecimento das sementes, períodos de embebição em água, tratamento com compostos nitrogenados ( $\text{KNO}_3$ ), fito-hormônios (ácido giberélico) e fornecimento de luz e temperatura em quantidades adequadas (VOLL *et al.*, 2003). O ácido sulfúrico concentrado tem proporcionado maior percentual de germinação em sementes das espécies *Ipomea nil* e *Ipomoea hederifolia* por 10 e 20 minutos respectivamente (AZANIA *et al.*, 2003). Rossel *et al.* (2008) recomendam escarificar sementes de batata-doce quando a germinação for inferior a 85%.

Melo (2020) encontrou maior porcentagem de germinação em sementes de batata-doce com a escarificação em ácido sulfúrico no tempo de 20 minutos. O tratamento com peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) apresentou maior porcentagem de germinação com média de 36,46%, já com ácido sulfúrico, a germinação foi mais baixa com 30,56% , e com ácido fosfórico, a porcentagem de germinação foi inferior aos demais tratamentos com 27,95% (JORGE *et al.*, 2020). Nair *et al.* (2017) avaliaram a superação de dormência de sementes de batata-doce, utilizando escarificação com ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) por 10 minutos, encontraram um percentual de germinação entre de 75 a 80%. O tempo de escarificação das sementes em ácido sulfúrico pode variar entre 10 a 40 minutos (ROSSEL *et al.*, 2008).

### 3.3.1 Avaliação de Qualidade Fisiológica de sementes

A qualidade da semente é definida como sendo o resultado da interação de todos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que podem interferir na sua capacidade de dar origem a plântulas e plantas mais vigorosas. A qualidade da semente podem ser determinadas por vários testes, como teste de germinação e os testes de vigor (BEWLEY, 1994; BLACK, 1994).

O teste padrão de germinação, conduzido em laboratório caracteriza o potencial fisiológico de lotes de sementes, a superioridade de uma semente classificada como de alto padrão é evidenciada por meio de uma germinação rápida, com produção de plântulas normais de alto vigor, contribuindo para a formação de uma população de plantas produtivas e uniformes. As espécies do gênero *Ipomoea* possuem um período de germinação de 21 dias conforme preconizado nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), para proceder a avaliação da germinação desta espécie.

O vigor está relacionado com a capacidade da semente germinar, emergir e originar plântulas normais sob condições ambientais adversas (KRYZANOWSKI, 2001; FRANÇA NETO, 2001). Os testes de vigor permitem identificar os lotes com melhor desempenho tanto campo, quanto no armazenamento. São instrumentos importantes como adjuntos ao teste de germinação na pesquisa sobre qualidade de sementes (HAMPTON, 1990; COOLBEAR, 1990),

A primeira contagem do teste de germinação pode ser utilizada como um teste de vigor, quando a velocidade de germinação é reduzida ocorre um aumento na deterioração da semente de forma avançada. As amostras que apresentam maiores porcentagem de germinação na primeira contagem

podem ser consideradas mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999). Trata-se de um teste simples e de fácil execução, mas que geralmente apresenta baixa sensibilidade, pouca correlação com o teste de emergência a campo, além de detectar pequenas diferenças de vigor entre os lotes. Um outro teste que é preciso na comparação do vigor entre lotes é a emissão da raiz primária (BEWLEY, 1994; BLACK, 1994).

São consideradas mais vigorosas as amostras de sementes que originam plântulas com maiores comprimento da parte aérea e massa verde ou seca, num mesmo período de tempo (AOSA, 1983). Isto ocorre em função das sementes conterem maior suprimento de reservas nos tecidos de armazenamento, desse modo, maior massa e maior competência na transformação destas reservas em substâncias que podem ser assimiladas pelo eixo embrionário (TAIZ, 2006; ZEIGER, 2006).

### **3.4 Fatores que interferem na floração e produção de sementes da cultura da batata-doce**

A floração e produção de sementes em batata-doce são limitadas por fatores genéticos e fatores ambientais. Os fatores genéticos estão relacionados com duração e intensidade do período reprodutivo, autoincompatibilidade de esporos, fertilidade ou esterilidade parcial ou total. A espécie por ser hexaplóide ( $2n = 6x = 90$ ) é influenciada significativamente os três últimos fatores, enquanto sua propagação vegetativa favorece a preservação de mutações (MWANGA *et al.*, 2017)

Os fatores ambientais mais importantes estão relacionados com fotoperíodo, temperatura, suprimento de água, equilíbrio nutricional, ataque de pragas e de doenças (HUAMAN, 1999). Existe diferença nos hábitos de florescimento de cada acesso de batata-doce, alguns não florescem, outros florescem em menor volume e existem as que florescem abundantemente.

#### **3.4.1 Técnicas de indução floral na batata-doce**

Várias técnicas têm sido desenvolvidas para promover o florescimento e produção de sementes na cultura, como dias curtos, anelamento, reguladores de crescimento, déficit hídrico, enxertia e tutoramento, além da associação desses métodos que, pode trazer ganho na floração e produção de sementes (REYNOSO, *et al.*, 1996; HUAMAN, 1999). Na prática, a associação dessas técnicas, tem estimulado o florescimento da cultura da batata-doce (MWANGA *et al.*, 2017).

#### **3.4.2 Fotoperíodo**

O fotoperíodo é um fator indispensável para que ocorra indução ao florescimento na cultura da batata-doce, a cultura exige um fotoperíodo igual ou inferior a 11 horas (ONWUEME, 1994; CHARLES, 1994). Numa mesma localidade, algumas cultivares florescem no verão, outras na primavera, outras no outono ou inverno. Existem as que florescem quase o ano todo, e as que nunca florescem (JONES, 1980).

No hemisfério sul a batata-doce floresce melhor durante a estação fria, em países tropicais o plantio é realizado nas primeiras semanas de abril e a floração começa seis semanas após transplante e o período de florescimento estende de 3 a 4 meses. As sementes são colhidas de junho a setembro. Já no hemisfério norte, a melhor época para a polinização é no início de novembro até meados de

dezembro, quando a temperatura média diária está entre 20 e 25°C comum conjunto máximo de sementes ocorrendo quando a temperatura média diária é de cerca de 23,9 °C (HUAMAN,1999).

Mwanga *et al.* (2017) e Veasey *et al.* (2007) observaram ampla variação no período de florescimento de 53 etnovarietades de batata-doce, originárias do Vale do Ribeira, SP, variando entre o mês de janeiro a setembro de 2004, sendo que 13,2% das variedades não floresceram. Na Índia, em Trivandrum, Rajendran (1996) e Amma(1996) também observaram 13,9% de ausência de florescimento com total de 764 acessos de batata-doce, enquanto que 40% dos acessos na Indonésia não floresceram (Mok, 1999; Schmiediche, 1999). Estes fatos também foram observados por pesquisadores da Embrapa-CNPQ em Brasília, onde a maioria das cultivares (60% da coleção) florescem principalmente no verão e outono.

A resposta fotoperiódica é associada com a temperatura na cultura da batata-doce, e pode variar entre 20-25°C e umidade relativa superior a 75% (ROSSEL *et al.*, 2008 ; DU PLOOY, 1983). Devido a essas condições, as polinizações são mais bem sucedidas no início da manhã. Um tratamento de dia curto para estimular a floração pode ser realizado cobrindo as plantas com plástico preto ou outro material escuro por 16 horas (ROSSEL *et al.*, 2008).

### 3.4.3 Enxertia

A técnica da enxertia consiste em justapor ramos ou fragmento do caule contendo uma ou mais gema sobre outro vegetal de modo que possa constituir um único indivíduo (FACHINELLO, 2005). A enxertia tem diversas aplicações agrícolas como a antecipação do ciclo produtivo, por meio de plantas adultas em porta enxerto jovens, melhorias de condições fitossanitárias com portas enxertos resistentes e indução floral. Alves *et al.* (2008) avaliaram porta-enxertos com *I. nil* e *I. setosa* para induzir o florescimento em plantas de batata-doce, ambos os porta-enxerto foram eficientes e produziram 297 botões florais nas plantas enxertadas com *I. nil* e 357 botões florais com *I. setosa*.

O florescimento da batata-doce na Tanzânia, utilizando enxerto em *I. setosa*, apresentou maior precocidade nos genótipos RESISTO e MATAYA, com período de 45 e 50 dias, respectivamente, após o enxerto para surgimento das primeiras flores, totalizando 95 a 100 dias após o plantio (NGAILO *et al.*, 2016).

### 3.4.4 Hormônio vegetal

O hormônio vegetal é uma substância química biologicamente ativa, produzida pelo vegetal em baixas concentrações e atua no controle de processos fisiológicos e de desenvolvimento, sendo em geral produzida em uma certa parte da planta e translocada para promover a ação em outra parte. O hormônio relatado como eficaz na indução da floração da batata-doce é o ácido giberélico (GA3 ou GA7) e o etefphon (2-ácido cloroetil fosfônico) (LARDIZABAL; THOMPSON, 1988).

### 3.4.5 Anelamento

O anelamento do caule consiste na retirada da faixa do floema, causando acúmulo de carboidratos e fitormônios acima da região do anelamento, diminuindo o crescimento vegetativo. A técnica aplicada na batata-doce promoveu o desenvolvimento das primeiras flores no período de 30 a 40 dias após o anelamento (HUAMÁN, 1999).

#### **3.4.6 Tutoramento**

Os sistemas de tutoramento têm por função conduzir o desenvolvimento da planta, suportar o peso das ramas, facilitar o tratamento fitossanitário e as podas, melhorar o aproveitamento da luminosidade, permitir o aumento do número de plantas por m<sup>2</sup>, aumentar a ventilação, tem ação positiva sobre o florescimento e a polinização, além de desfavorecer o aparecimento de doenças (FILGUEIRA, 2000 ; RODRIGUES, 2002).

Esse sistema demonstrou eficiência na indução de florescimento na batata-doce. O efeito está associado ao crescimento ascendente vegetativo, que favorece polinização pelos insetos devido às flores ficarem mais expostas, maior exposição a luz, menor ataque de patógenos do solo e facilita a colheita dos frutos contribuindo para uma boa qualidade das sementes. (HUAMAN, 1999; JONES, 1986; REYNOSO *et al.*, 1996).

### **3.5 Avanços nos programas de melhoramento com acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM**

O banco de germoplasma de batata-doce da UFVJM foi criado no ano de 2004, na cidade de Diamantina-MG, contendo materiais coletados na região do Vale do Jequitinhonha e Mucuri e materiais oriundos de outras regiões, como as cultivares Brazlândia Roxa, Brazlândia Rosada e Brazlândia Branca da Embrapa Hortaliças - CNPH, Brasília-DF (VIANA *et al.*, 2010).

A partir dessa iniciativa, impulsionou várias pesquisas com acessos do banco de germoplasma da UFVJM, por meio de financiamentos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Isso possibilitou avanços nos programas de melhoramento genético da cultura, por meio de resultados de pesquisas em monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado.

Em um estudo desenvolvido em dezembro de 2007, foi avaliado o desempenho agrônomico em clones de batata-doce e estimado parâmetros genéticos. O experimento foi composto por 65 variedades. Os clones BD-15, BD-42 e BD-67 se destacaram por apresentar maiores valores de produtividade comercial de raízes e de matéria verde de ramas, logo, são as que tem maior potencial para alimentação humana e animal (AZEVEDO *et al.*, 2015b).

Em uma pesquisa com 60 genótipos, objetivou-se avaliar a dissimilaridade genética entre genótipos de batata-doce por meio de descritores morfológicas e moleculares (ANDRADE *et al.*, 2017),

obtendo a identificação de progênies com alta variabilidade genética, sendo indicados como genitores para compor programas de melhoramento.

Os nematoides-das-galhas, *Meloidogyne* spp. apresentam maiores problemas no cultivo de batata-doce, estudos sobre resistência de clones de batata-doce demonstraram que há uma variabilidade genética no banco de germoplasma de batata-doce da UFVJM para resistência ao nematoide *M. javanica*. e em 41 clones apresentaram resistência e podem ser utilizados como fontes de resistência ao nematóide *Meloidogyne javanica* (ASSIS, 2014).

Em um experimento com 12 clones, foi avaliada a divergência genética a importância de caracteres associados à produção e qualidade de silagem de ramas em genótipos batata-doce. Os genótipos BD-54 e BD-31TO apresentaram os mais divergentes em relação aos demais, sendo recomendada a sua utilização em cruzamentos visando o melhoramento da cultura para silagem (AZEVEDO *et al.*, 2015a)

Foram avaliados 40 acessos da cultura quanto o potencial quantitativo e qualitativo entre genótipos de batata-doce. Os genótipos Tomba Carro 1, UFVJM, UFVJM01, UFVJM28 e UFVJM40 apresentaram alta produtividade de raízes, ramas e proteína bruta, sendo adequados para alimentação humana e animal. Os acessos Palmas e UFVJM, UFVJM01, UFVJM04, UFVJM 05, UFVJM 07 e UFVJM5 resultaram um maior potencial para a produção de etanol devido à maior produtividade de amido (ANDRADE *et al.*, 2018).

Em 54 acessos de batata-doce da UFVJM foi verificada resistência ao ataque do ácaro *T. ludeni* (CASTRO *et al.*, 2019). Os acessos mais susceptíveis foram: BD 29 (UFVJM18), BD 08 (UFVJM07), BD 57 (UFVJM38) e BD 17 (UFVJM10), já os demais apresentaram graus similares de resistência. Estudos com clones UFVJM-37, UFVJM-46 e UFVJM-54 mostraram que esses acessos apresentam maior divergência genética quanto a produção de feno (DONATO *et al.*, 2020).

Vários outros trabalhos de melhoramento genético vêm sendo conduzidos com acessos do banco de germoplasma da UFVJM e, o mais recente, avaliou 16 progênies de meio-irmãos por meio de inferência bayesiana, com objetivo de estimar parâmetros genéticos, ganhos com a seleção e identificar as melhores progênies de meios-irmãos de batata-doce. As progênies UFVJM40, UFVJM06, UFVJM09 e CAMBRAIA foram as que mais atenderam as estimativas, logo, são recomendados como genitores aos futuros programas de melhoramento (VALADARES *et al.*, 2021).

### 3.6 Referências

- ALVES N. S.; MACEDO RH; SILVA JBC; ICUMA IM. 2008. Indução de floração em plantas de *Ipomoea batatas* por enxertia em plantas de *Ipomoea nil* e *Ipomoea setosa*. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 209-213, 2008.
- ALVES, R. P.; EM BRANCO, A. F.; OLIVEIRA, A. M. S.; SANTANA, A. D. D.; PINTO, V. S.; ANDRADE, T. M. Morfo-agronômico caracterização de germoplasma de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.35, n. 4, p. 544-541, 2017.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; FERNANDES, J. S. C.; FIGUEIREDO, J. A.; NUNES, U.R.; NEIVA, I.P. Selection of sweet potato clones for the region Alto Vale do Jequitinhonha. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 389-393, 2009.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, P. C. R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 584-589, 2012.
- ANDRADE, E. K. V. de; ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; LAIA, M. L. de; FERNANDES, J. S. C.; OLIVEIRA, A. J. M.; AZEVEDO, A. M. Genetic dissimilarity among sweet potato genotypes using morphological and molecular descriptors. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 447-455, 2017.
- ANDRADE JÚNIOR, V. C. de; ELSAYED, A. Y. A. M.; AZEVEDO, A. M.; SANTOS, E. A. dos; FERREIRA, M. A. M. Potencial quantitativo e qualitativo de genótipos batata-doce. **Revista Scientia Agrária**, v. 19, n. 1, p. 28-35, 2018.
- ASSIS GOMES, J. A. **Resistência de clones de batata-doce a nematoides (*Meloidogyne* spp.)**. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lasing: AOSA, 1983. (Contribution, 32). 88p.
- AUSTIN, D. F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species, in: Exploration, maintenance and utilization of sweet potato genetic resources. *IN: Planning Conference*, 1., 1988, Lima, Peru. **Proceedings** [...]. Lima: International Potato Center (CIP), 1988. p. 27–59.
- AZANIA, C. A. M.; MARQUES, R. P.; AZANIA, A. A. P. M.; ROLIM, J. C. Superação da dormência de sementes de corda-de-violão (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 23-27, 2009.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; FIGUEIREDO, J. A.; PEDROSA, C. E.; VIANA, D. J. S.; LEMOS, V. T.; NEIVA, I. P. Divergência genética e importância de caracteres em genótipos de batata-doce visando a produção de silagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 479-484, 2015a.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; FERNANDES, J. S. C.; PEDROSA, C. E.; OLIVEIRA, C. M. Parâmetros genéticos e ganho com seleção em batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p.84-90, 2015b.
- BAAFI, E.; CAREY, E. E.; BLAY, E. T.; OFORI, K.; GRAÇA, V. E.; ADUENING, J. M. Incompatibilidades genéticas em batata-doce e implicações para a criação de preferência do usuário final características. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 6, p. 887-894, 2016.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BORGES, A.; ROSA, M. S.; RECCHIA, G. H.; QUEIROZ-SILVA, J. R.; BRESSAN, E. A.; VEASEY, E. A. CTAB methods for DNA extraction of sweet potato for microsatellite analysis. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, v. 66, n. 4, p. 529-534, Aug 2009. DOI: 10.1590/S0103-90162009000400015.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009.
- BRITO, O. G.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; LOPES, T. K.; SILVA, J. C. O.; FIRME, T. D. ; SILVA, E. A.; AZEVEDO, S. M. Capacidade de floração e semente botânica produção de genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**. v. 39, p. 369-375, 2021.
- CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 911-914, 2005.
- CASTRO, B. M. C.; SOARES, M. A.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SANTOS JÚNIOR, V. C.; FONTESA, P. C. R.; WILCKENE, C. F.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIOD, J. C. Preference of red mite *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) to sweet potato genotypes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 2, p. 208-212, 2019.
- CAVALCANTE, M. **Caracterização morfológica, desempenho produtivo e divergência genética de genótipos de batata-doce**. 2008. 46f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.
- DE NETTANCOURT, D. Incompatibility in angiosperms. **Sexual Plant Reproduction**, v. 10, p. 185-199, 1997b.
- DONATO, L. M. S.; ANDRADE JUNIOR, V. C.; BRITO, O. G. ; FIALHO, M. T.; SILVA, A. M.; AZEVEDO, A. M. Uso de ramas de batata-doce para produção de feno. **Ciência animal Brasileira**, v. 21, n. 1, 2020.
- DU PLOOY, C. P. The influence of temperature and humidity on pollen germination and growth of the sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. **Agroplanta**, v. 15, p. 56-60, 1983.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2005.
- FAOSTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food and agriculture data**: FAOSTAT provides free access to food and agriculture data for over 245 countries and territories and covers all FAO regional groupings from 1961 to the most recent year available. Roma: FAOSTAT, 2020. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 Dez. 2021.
- FERNANDES, F. R. **Limpeza clonal de batata-doce**: produção de matrizes com elevada qualidade fitossanitária. Brasília: MAPA, 2013. (Circular Técnica da Embrapa, v. 117). p. 8.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 4. ed. Viçosa: UFV, 2013. 421p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p. KLEIN, V.L. UFV, 2000. 402 p
- FRANÇA-NETO, J. B. Semente Teste de Vigor. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 81-84, dez. 2001.
- HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance can vigour testing provide an answer. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.
- HUAMÀN, Z. Systematic botany and morphology of the sweetpotato plant. In: HUAMÀN, Z. (ed.). **Sweetpotato Germplasm Management (Ipomoea batatas)**: training manual. [S. l.]: International Potato Center, 1999.
- JONES, A. Cytological observations and fertility measurements of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]. In: AMERICAN SOCIETY OF HORTICULTURAL SCIENCES, 1965, [S. l.]. **Proceedings** [...]. [S. l.: s.n.], 1965. v. 86. p. 527-537.

- JONES, A. Sweet potato. *In*: FEHR, W. R.; HADDEY, H. H. (ed.). **Hybridization of crop**. [S.l.: s.n.], 1980.
- JONES, A. Sweet potato breeding. *In*: BASSET, M. J. (ed.). **Breeding Vegetable Crops**. Westport: AVI, 1986. p. 1-35.
- JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C. e; BERNARDES, I. B.; VENDRAME, L. P. de C. **Quebra de dormência em sementes botânicas de batata-doce utilizando diferentes compostos químico**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).
- LARDIZABAL, R. D.; THOMPSON, P. G. Hydroponic culture, grafting, and growth regulators to increase flowering in sweet potato. **HortScience**, v. 233, p. 993-995, 1988.
- LEBOT, V. Sweet Potato. *In*: BRADSHAW, J. (eds.). Root and Tuber Crops. **Handbook of Plant Breeding**, New York, v. 7, 2010.
- LOPES, A. C. A. **Dormência em sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2012.
- LORENZO, H.; SOUZA, V. C. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001. 448p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (eds.) **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3. p. 124.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. [S.l.: s.n.], 2015.
- MELO, S. G. F. **Dormência e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de batata-doce com o uso da análise de imagens**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.
- MENEZES, O. R. de. Melhoramento da batata-doce: florescimento e frutificação. **Ceres**, v. 9, p. 117-124, 1952.
- MOK, I. G.; SCHMIEDICHE, P. Collecting characterizing and maintaining sweet potato germplasm in Indonesia. **Plant Genetic Resources Newsletter**, v. 118, p. 12-18, 1999.
- MONTEIRO, A. B.; MASSAROTO, J. A.; GASPARINO, C. F.; SILVA, R. R.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; SILVA FILHO, J. C. da. Silagens de cultivares e clones de batata-doce para alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.
- MWANGA, R. O. M.; ANDRADE, M. I.; CAREY, E. E.; LOW, J. W.; YENCHO, G. C.; GRÜNEBERG, W. J. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.). **Genetic Improvement of Tropical Crops**, p. 181-218, 2017.
- MWANJA, Y. P.; WUYEP, S. Z.; GOLER, E. E. Clonal Assessment of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Lines for Flower and Seed Characteristics in Jos-Plataeu, Nigeria. **Jornal Internacional de Melhoramento de Plantas e Genetics**, v. 9, p. 136-142, 2015.
- NAIR, A. G. H.; VIDYA, P.; SREEKUMAR, J.; MOHAN, C. effect of seed pre-sowing treatment on germination of sweet potato. **International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture**, v. 3, p. 69-75, 2017.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. *In*: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85,.1999.
- NASCIMENTO, W. M. **Sistema de Produção de Batata-Doce**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2021. (Sistemas de produção, 6).
- NETTANCOURT, D. **Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants**. Berlin: Springer, 2000. 320p.

- NGAILO, S.; SHIMELIS, H.; SIBIYA, J.; MTUNDA, K. Screening of Tanzanian sweet potato germplasm for yield and related traits and resistance to sweet potato virus disease. **Acta Agriculturae Scandinavica**, [Section B — Soil & Plant Science], v. 66, n. 1, p. 52-66, 2016.
- NUNES, W. de O. Melhoramento da batata-doce: coleta dos frutos e germinação das sementes. **Pesq. agropec. bras.**, v. 3, p. 263-266, 1968.
- OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais**: espécies nativas. Curitiba: UFPR, 2012. 404 p.
- ONWUEME, I. C.; CHALES, W. B. **Tropical Root and Tuber Crops**: production perspectives and future prospects. Rome: FAO, 1994. 115p.
- PAULA, A. S.; DELGADO, M. L.; PAULILO, M. T. S.; SANTOS, M. Breaking physical dormancy of *Cassia leptophylla* and *Senna macranthera* (Fabaceae: Caesalpinioideae) seeds: water absorption and alternating temperatures. **Seed Science Research**, v. 22, p. 259-267, 2012.
- RAJEDRAN, P. J.; AMMA, C. S. E. Evaluation of sweet potato germplasm. In: **KURUP**, 1986.
- REYNOSO, D.; HUAMÁN, Z.; AGUILAR, C. Métodos de indução de floração de batatacamote. In: CIP (Lima, Peru). **Manual de manejo de germoplasma de batata o camote (*Ipomoea batatas*)**: Manual de Capacitación. Lima, 1996. p. 2-7.
- RICHARDS, A. J. **Plant breeding systems**. London : Chapman & Hall, 1997. 529p.
- RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 762 p.
- ROSSEL, G.; ESPINOZA, C.; JAVIER, M.; TAY, D. Directrizes de regeneração: batata-doce. In: DULLOO, M. E.; THORMANN, I.; JORGE, M. A.; HANSON, J. (eds.). Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. **CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP)**. Rome, Italy: [s. n.], 2008.
- SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004a. (Embrapa Hortaliças. Sistemas de produção, 6). Disponível em <http://www.cnpq.embrapa.br/sistprod/batata-doce/index.htm>. Acesso em: 10 maio 2021.
- STEINBAUER, C. E. Methods of ecarifying sweet potato seed. **Proc. Am. Soc.**, p. 606-608, 1937.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.
- TERADA, Y; TANIGUCHI, A. P; TAKASUSUKI, M. C. C; TOLEDO, V. A. A. Floral biology of four *Ipomoea* (Tubiflorae: Convolvulaceae) species. **Acta scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 137-143, 2005.
- TORQUATO-TAVARES, A.; NASCIMENTO, I. R.; PASCUAL-REYES, I. D.; SANTANA, W. R.; SILVEIRA, M. A. Potential for sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) single crosses to improve ethanol production. **Revista Chapingo**, Texcoco, México, v. 23, n. 1, p. 59-74, 2017.
- VALADARES, N. R.; FERNANDES, A. C. G.; RODRIGUES, C. H. O.; BRITO, O. G.; GOMES, L. S. P.; ALVES, R. A.; AZEVEDO, A. M. Bayesian approach to estimate genetic parameters and selection of sweet potato half-sib progenies. **Scientia Horticulturae**, v. 294, 2021.
- VEASEY, E. A.; SILVA, J. R. Q.; ROSA, M. S.; BORGES, A.; BRESSAN, E. A.; PERONI, N. Phenology and morphological diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) landraces of the Vale do Ribeira. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 416-427, 2007.
- VIANA, J. M. S.; SOBREIRA, F. M.; RESENDE, M. D. V.; FARIA, V. R. Multi-trait BLUP in half-sibselection of annual crops. **Plant Breeding**, v. 129, n. 6, p. 599-604, 2010.
- VOIGHT, P. W.; TISCHLER, C. R. Effect of seed treatment on germination and emergence of 3 warm-season grasses. **Journal of Range Management**, Lakewood, v. 50, p. 170-174, 1997.

VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.. Relações entre germinação de sementes de espécies de plantas daninhas e uso da condutividade elétrica. **Planta daninha** [online], v. 21, n. 2, p. 181-189, 2003.

## 4 ARTIGOS

### 4.1 Artigo 1- Florescimento e produção de sementes em clones de batata-doce cultivadas sob tutoramento

Este artigo foi elaborado conforme normas do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

#### RESUMO

A seleção de clones de batata-doce com bom florescimento e produção de sementes, é fundamental para continuidade do melhoramento genético da cultura. Assim, o presente trabalho teve como objetivo selecionar clones superiores para o florescimento, produção e qualidade de sementes, e verificar qual melhor época para cruzamentos e colheita das sementes. O experimento foi realizado em delineamento em blocos ao acaso, com 28 tratamentos (clones) e três repetições, com quatro plantas por parcela e o tutoramento foi realizado com espaldeira de dois fios. As características avaliadas foram: precocidade, número de botões florais por planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, número de sementes e qualidade das sementes. Para análise de germinação e vigor, foram avaliados 11 clones, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando encontrada diferença estatística entre os tratamentos pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ), as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0.05$ ). Foram feitas análise de componentes principais (PCA) e dendrograma UPGMA pela distância de Mahalanobis. Os clones UFMG01, LICURI, UFVJM06, UFVJM29, CAMBRAIA, UFVJM25, TCARRO 01, ARRUBA e UFMG02 foram quantificados como mais precoces para os primeiros botões florais. CAMBRAIA e UFVJM29 apresentaram maior número de flores e de sementes. Os dois primeiros componentes principais explicaram 85,74% da variação total do conjunto de dados de florescimento. Os clones foram agrupados em três clusters. CAMBRAIA e UFVJM29 agrupados no cluster 2, apresentaram maiores estimativas para a produção de frutos e sementes. Os clones ARRUBA, CARRO01, UFVJM07, UFVJM25, UFVJM29 e UFVJM31 apresentaram maior porcentagem de germinação. Considerando recombinações futuras, o clone UFVJM29 e CAMBRAIA devem ser priorizados como genitores, por apresentar alto florescimento, alta produção e bom índice de vigor das sementes. O mês de julho é o período mais recomendado para realização de cruzamentos e agosto para colheita das sementes.

**Palavras-chave:** *Ipomea batatas* (L.) Lam.; melhoramento genético; germinação; precocidade.

#### 4.1.1 Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) (L), pertencente à família Convolvulaceae, é uma olerícola presente no cardápio a nível mundial, devido especialmente ao seu alto valor nutricional. A batata-doce pode ser utilizada tanto na alimentação humana, quanto para animal. É mais produzida nacionalmente pela agricultura familiar (RAHAJENG *et al.*, 2020).

A cultura é propagada comercialmente de forma vegetativa através dos segmentos das ramas, podendo também ser propagada por sementes o que pode originar plantas que apresentam uma grande variabilidade genética, provavelmente devido ao alto nível de ploidia (RITSCHER *et al.*, 2010). A espécie é hexaploide ( $2n=6x=90$ ), possui flores hermafroditas. Entretanto, devido à autoincompatibilidade realiza a fecundação cruzada, que estimula alogamia aumentando a heterogeneidade genética (LEBOT, 2010).

A alta heterogeneidade genética, que se tem no cultivo a partir das sementes de batata-doce, reduz sua importância para uso comercial, devido à alta variabilidade no formato e cor das raízes (BRITO *et al.*, 2021; LOW *et al.*, 2017). Além disso, a facilidade de propagação vegetativa faz com que o agricultor seja menos dependente de empresas produtoras de sementes, pois para expandir sua área de cultivo pode ser utilizada a propagação vegetativa.

No entanto, a obtenção de sementes é de grande interesse aos programas de melhoramento genético, pois as sementes se mantêm viáveis por mais de 20 anos, sob condições controladas a 18 °C, 50% UR, facilitando a conservação do banco de germoplasma (LEBOT, 2010). Além disso, possibilita cruzamentos para a obtenção de indivíduos melhores que os pré-existentes. Entretanto, as sementes de batata-doce têm uma difícil produção, devido à baixa floração da cultura.

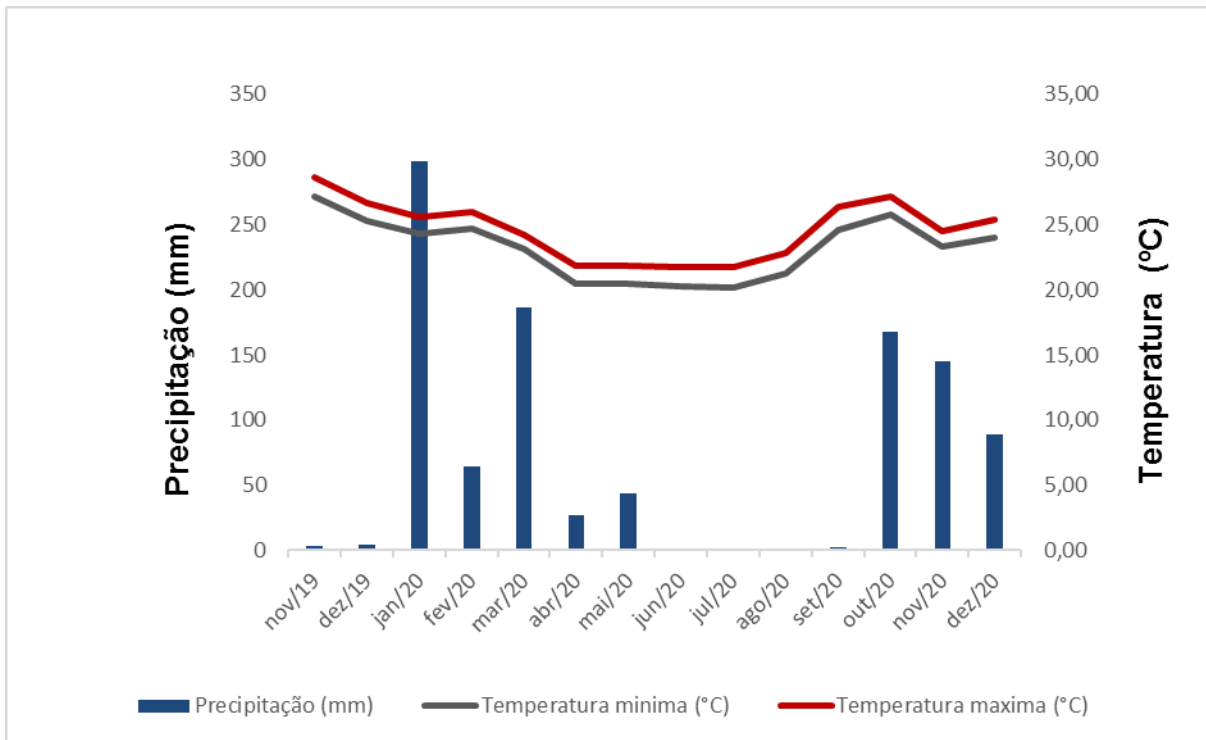
Esta dificuldade, pode estar associada à autoincompatibilidade esporofítica, temperatura e ao fotoperíodo, limitando o melhoramento genético da cultura da batata-doce. A cultura necessita de temperaturas entre 20 a 25 °C e fotoperíodo curto para florescer. Uma boa alternativa para amenizar o problema de florescimento, é o uso de técnicas de indução floral, como o tutoramento (MWANGA *et al.*, 2017).

Entretanto, a seleção de clones que tenham bom florescimento e produção de sementes com boa qualidade fisiológica, se faz necessário, para possibilitar a continuidade dos programas de melhoramento da cultura. Diante do exposto, objetivou-se selecionar clones superiores para o florescimento, produção e qualidade de sementes, e verificar qual melhor época para cruzamentos e colheita das sementes.

#### **4.1.2 Material e métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental da UFMG, no Instituto de Agrárias, em Montes Claros – Minas Gerais (Coordenadas: 16°40'58.16"S e 43°50'20.15"O). O clima da região é classificado como tropical quente e inverno seco, com temperatura média de 22,4 °C e com precipitação média anual 1025,20mm (Figura 1). O período de condução da pesquisa foi de novembro de 2019 a outubro de 2020.

Figura 1 – Dados climáticos correspondentes ao ano de 2019 e 2020. Montes Claros, MG



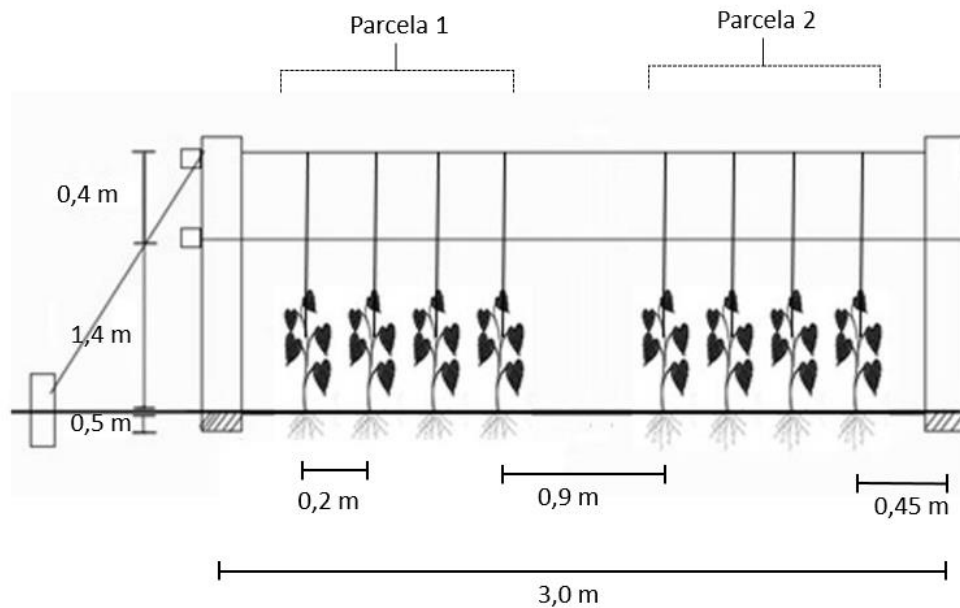
Fonte: Dados da Rede do INMET, 2019/2020.

Foram avaliados 28 clones de batata-doce cedidos pela UFVJM, denominados: BTMAND, BELGARD, CAMBRAIA, LICURI, UFVJM40, UFVJM01, ARRUBA UFVJM06, UFVJM05, UFVJM21, UFVJM41, UFVJM15, UFMG02, UFMG01, UFVJM56, UFVJM44, UFVJM07, CARIRUVERM, UFVJM31, TCARRO01, UFVJM37, PRINCESA, UFVJM54, UFVJM09, UFVJM25, UFVJM29, UFVJM28, TCARRO02.

As ramas de cada um desses clones foram propagadas por estaquia em vasos plásticos com capacidade de 7 litros, e preenchidos com substrato comercial. As estacas das ramas continham de 4 a 5 nós, de aproximadamente 12 cm comprimento. As mudas foram acondicionadas em casa de vegetação por 15 dias, e posteriormente, foram transplantadas para o campo.

Na área para plantio foi realizado o preparo inicial do solo e, posteriormente, a formação de leiras. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC) com 28 tratamentos (clones) e três repetições. As parcelas foram constituídas por quatro plantas espaçadas entre si por 0,2 m e 0,9 metros entre parcelas (FIGURA 2).

Figura 2 – Esquema do espaçamento e tutoramento de plantas de batata-doce para a avaliação do florescimento e produção de sementes



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

As adubações e tratos culturais foram realizados conforme a recomendação da cultura no Novo Manual de Olericultura (FILGUEIRA, 2013) e análise de solo. Aplicou-se no plantio  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio. A adubação de cobertura foi feita aos 30 dias após o transplante das mudas, com  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio. De acordo com a análise de solos, a adubação potássica não foi necessária.

Os tutores e o sistema de irrigação foram instalados antes do transplante das mudas. Para o tutoramento, foram instalados mourões a cada três metros na linha de plantio, foram esticados dois fios de arame liso, espaçados horizontalmente por  $0,40 \text{ m}$ , sendo que o primeiro ficou  $1,40 \text{ m}$  de distância da superfície do solo. As plantas foram amarradas com auxílio de fitilhos em suas extremidades e presas aos fios de arame da espaldeira (FIGURA 2).

As características avaliadas foram: número de dias do plantio até o início dos primeiros botões florais; número de dias do plantio até a antese; número de dias da antese até a formação do fruto; número de botões florais por planta; número de flores por planta; número de frutos por planta e o número de sementes por planta (APÊNDICE 1).

Para avaliação da precocidade de florescimento e a produção de frutos, foram marcados 10 botões por clone com auxílio de barbantes coloridos para mensuração de dias decorridos desde o aparecimento dos primeiros botões florais à deiscência do fruto.

A contagem dos botões florais e flores foram registradas diariamente no período da manhã. Para que não houvesse recontagem, a cada contagem amarraram-se barbantes aos botões. A colheita dos frutos foi realizada quando apresentavam-se secos e com coloração amarronzada.

No final da última colheita, foram contadas o número total de sementes por clone e posteriormente foram identificadas e armazenadas em câmara fria a  $10^\circ \text{ C}$ .

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de batata-doce, foi utilizado delineamento inteiramente causalizado, com quatro repetições e 11 tratamentos (ARRUBA, CAMBRAIA, CARRO01, LICURI, UFMG02, UFVJM07, UFVJM25, UFVJM29, UFVJM31, UFVJM44, UFVJM56), os quais apresentaram maior produção sementes.

Antes da execução do teste de germinação, foi realizada a superação de dormência das sementes. Para isso, as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado a (98%) por 20 minutos, posteriormente foram lavadas em água corrente por 10 minutos, conforme a metodologia proposta por (ROSSEL *et al.*, 2008). Em seguida, as sementes foram tratadas com fungicida à base de Benzimidazol e Dimetilditiocarbamato com concentração de 75%.

Para caracterização da qualidade fisiológica das sementes, foram realizadas as seguintes determinações e testes:

O peso de mil sementes utilizando oito repetições de 50 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão (0,0001 g). Sendo os resultados expressos em gramas.

O grau de umidade foi obtido pelo método da estufa, a 105°C, por 24 horas (BRASIL, 2009). Foram utilizadas duas repetições de vinte sementes de cada clone e os resultados foram expressos em porcentagem média com base no peso úmido.

O teste de Germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes, dispostas sobre duas folhas de papel mata borrão umedecidas com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato, colocadas em caixas acrílicas tipo gerbox e acondicionadas em câmara do tipo BOD, em temperatura constante de 25°C. As avaliações foram realizadas no 7º e 21º dias, registrando-se as porcentagens de plântulas normais e sementes não germinadas, sementes mortas e sementes duras ao final do teste (BRASIL, 2009).

O IVG foi determinado pela contagem diária de plântulas normais (MAGUIRE, 1962). A velocidade média de Germinação também foi conduzido juntamente com o teste de germinação, sendo que as avaliações foram realizadas a cada 3 dias a partir da semeadura até o 21º dia após a semeadura. Conforme a fórmula proposta por (EDMOND; DRAPALA, 1958).

O comprimento do hipocótilo e da raiz foi obtido após 21 dias da semeadura, com o auxílio de um paquímetro digital. Para a comprimento do hipocótilo, mediu-se distância entre o colo da plântula até o ponto de inserção dos cotilédones. Para comprimento da raiz, fez-se a medida entre o colo da planta e a ponta da maior raiz. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

A Massa fresca e seca das plântulas foram determinadas após 21 dias, utilizando as plântulas provenientes do teste de germinação. As pesagens foram feitas em balança com precisão de 0,0001 g. Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de circulação forçada a 80 °C por 24 horas. Após esse período, as amostras foram armazenadas em dessecador contendo sílica gel em seu interior, e posteriormente pesadas. Os resultados expressos em mg/plântula.

Todas análises foram feitas com auxílio do Software R (R Core team, 2016). Foi feita a verificação das pressuposições da análise de variância (ANOVA) pelos testes Shapiro-Wilk e Oneillmathews ao nível de 5% de significância. Identificou-se a necessidade de transformação logarítmica para as características número de botões florais, número de flores, número de frutos e número de sementes. Posteriormente, foi feita a ANOVA e quando encontrada diferença estatística entre os tratamentos pelo

teste F ( $p \leq 0.05$ ), foi realizado o agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0.05$ ) com o auxílio do pacote "ExpDes.pt".

Os dados de florescimento ao longo dos meses foram normalizados para variar entre -1 e +1 com o auxílio da função *Normaliza* do pacote *MultivariateAnalysis*, posteriormente, sua representação foi feita por meio de escala de cores, com o auxílio do pacote "ggcorrplot". Relações entre os clones foram investigadas por análise de componentes principais (PCA). A partir das estimativas de dissimilaridade de Mahalanobis foi obtido um dendrograma pelo algoritmo UPGMA.

#### 4.1.3 Resultados

Entre os 28 clones avaliados, apenas quatro não floresceram, sendo eles: UFVJM40, UFVJM01, UFVJM21 e UFVJM54. A partir da quantificação dos dias de plantio até a emissão dos primeiros botões florais, houve a formação de dois grupos, "A" (clones mais tardios) e "B" (clones mais precoces) (Tabela 1). Os clones UFVJM07, UFMG01, LICURI, UFVJM06, UFVJM29, CAMBRAIA, UFVJM25, TCARRO 01, ARRUBA e UFMG 02 apresentaram maior precocidade para surgimento dos primeiros botões florais, destacando os dois últimos, com 157 dias e 149 dias respectivamente. Já os clones UFVM09 (242 dias) e UFVJM15 (222 dias) destacaram-se como os mais tardios para esta mesma característica (TABELA 1).

Tabela 1 – Número de dias do plantio aos primeiros botões florais (NDPLBTFFLO), número de dias do plantio a antese (NDPLANT), número de dias da antese a deiscência do fruto (NDANTDFRT) e número de dias do plantio a última colheita (NDPLUCOLH) em 24 clones de Batata-doce conduzidas sob tutoramento

Clones	NDPLBTFFLO	NDPLANT	NDANTDFRT	NDPLUCOLH
BTMAND	202,00 A	238,00 B	35,00 A	292,00 A
BELGARD	199,00 A	215,00 B	38,00 A	343,00 A
CAMBRAIA	166,00 B	194,00 C	29,00 A	321,00 A
LICURI	171,00 B	205,00 C	39,00 A	293,00 A
ARRUBA	157,00 B	185,00 C	28,00 A	299,00 A
UFVJM06	170,00 B	198,00 C	41,00 A	289,00 A
UFVJM05	195,00 A	222,00 B	47,00 A	289,00 A
UFVJM41	205,00 A	228,00 B	32,00 A	267,00 A
UFVJM15	222,00 A	248,00 B	37,00 A	300,00 A
UFMG02	149,00 B	179,00 C	29,00 A	274,00 A
UFMG01	173,00 B	210,00 C	38,00 A	263,00 A
UFVJM56	186,00 A	222,00 B	42,00 A	304,00 A
UFVJM44	191,00 A	221,00 B	41,00 A	204,00 A
UFVJM07	176,00 B	192,00 C	33,00 A	308,00 A
CARIRUVERMELHO	204,00 A	229,00 B	37,00 A	279,00 A
UFVJM31	204,00 A	227,00 B	42,00 A	301,00 A
TCARRO01	161,00 B	191,00 C	29,00 A	279,00 A
UFVJM37	208,00 A	230,00 B	33,00 A	299,00 A
PRINCESA	199,00 A	223,00 B	35,00 A	279,00 A
UFVJM09	242,00 A	289,00 A	36,00 A	271,00 A
UFVJM25	162,00 B	196,00 C	37,00 A	306,00 A
UFVJM29	168,00 B	189,00 C	40,00 A	320,00 A
UFVJM28	187,00 A	213,00 C	42,00 A	289,00 A
TCARRO02	199,00 A	222,00 B	34,00 A	278,00 A
CV (%)	11,26	9,09	16,88	7,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. CV= coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Para o número de dias decorridos do plantio até antese, os clones foram agrupados em três grupos, grupo A (tardio) e B (intermediário) e C (precoce). O clone UFVJM09 (289 dias) apresentou antese mais tardia, enquanto que os clones com precocidade intermediária apresentaram um intervalo de 248 a 215 dias. Quanto ao grupo mais precoce, houve uma variação entre clones UFMG02 (179 dias) a UFMG01 (210 dias) (TABELA 1).

Não houve diferença estatística entre os clones ao considerar o número de dias da antese até a deiscência do fruto. Para essa característica houve variação entre 28 (ARRUBA) a 47 (UFVJM 05) dias para ocorrer a maturação do fruto. Para característica dias-do-plantio até a última colheita também não houve diferença estatística. (TABELA1).

Houve grande variação quanto a capacidade de floração entre os clones de batata-doce, onde o CAMBRAIA e UFVJM29 apresentaram maior volume de flores com 1.968,42 botões florais e 1.902,42 flores e 1.166,33 botões florais e 1.143,67 flores, respectivamente. Os clones UFMG02, ARRUBA, TCARRO01, UFVJM07, UFVJM06, UFVJM44 e UFVJM25 apresentaram resultados intermediários para o número de botões florais, enquanto que os demais tratamentos apresentaram menor floração. Já a menor taxa de florescimento foi observada para os clones UFVJM41 e UFVJM09 (TABELA 2).

Tabela 2 – Número de botões florais (NBFL), número de flores (NFLO), número de frutos (NFR) e número de sementes (NSE) em 24 clones de Batata-doce conduzidas sob tutoramento.

Clones	NBFL	NFLO	NFR	NSE
CAMBRAIA	7,49 (1.968,42) a	7,44 (1.902,42) a	5,61 (291,5) a	5,70 (322,50) a
UFVJM29	7,04 (1.166,33) a	7,04 (1142,67) a	5,55 (272,50) a	5,79 (354,17) a
UFMG02	5,1 (384,88) b	5,10 (355,88) b	3,12 (129,13) b	3,12 (141,88) b
ARRUBA	5,34 (228,63) b	5,24 (2200,38) b	3,55 (35,00) b	3,75 (42,88) b
TCARRO01	4,35 (164,17) b	3,74 (144,50) b	1,69 (12,42) c	1,69 (13,25) c
UFJM07	4,75 (145,67) b	4,55( 137,33) b	(8,16) 12,25 c	2,20 (11,17) c
UFVJM06	4,35 (110,25) b	3,88 (82,33) c	1,67 (8,17) c	1,65 (7,33) c
UFVJM44	3,31 (106,58) b	3,08 (74,00) c	2,58 (14,67) c	2,47 (12,58) c
UFVJM25	4,19 (76,83) b	3,98 (58,67) c	2,91 (23,17) b	3,11 (26,75) b
BTMAND	3,18 (45,92) c	2,84 (29,00) c	1,47 (5,50) c	1,57 (6,50) c
UFVJM28	3,94 (54,42) c	3,27( 32,67) c	1,99 (6,83) c	2,29 (9,08) c
LICURI	3,87 (49,63) c	3,42 (37,38) c	2,91 (18,50) b	2,93 (19,63) c
UFVJM31	2,97 (37,88) c	2,92 (37,38) c	2,23 (17,63) c	2,64 (25,63) c
UFVJM56	3,19 (34,5)0 c	2,90 (26,75) c	2,21 (14,08) c	2,47 (9,75) c
UFMG01	3,42 (34,92) c	2,57 (15,67) c	0,82 (2,00) c	0,86 (2,00) c
UFVJM05	2,72 (21,42) c	2,25 (17,25) c	0,81 (2,25) c	0,82 (2,33) c
CARIRUVERMELHO	3,65 (37,50) c	2,69 (13,75) c	0,56 (0,75) c	0,56 (0,75) c
BELGARD	2,68 (16,50) c	2,46(12,88) c	1,85 (7,25) c	2,19 (11,63) c
UFVJM09	2,62 (12,75) c	1,45 (3,25) c	0,41 (0,50) c	0,41 (0,50) c
UFVJM37	2,29 (10,92) c	1,89 (6,00) c	1,02 (1,83) c	1,19 (2,42) c
PRINCESA	1,72 (9,92) c	1,71 (8,42) c	1,71 (2,00) c	1,1 (2,58) c
UFVJM15	1,9 (9,33) c	1,74 (7,00) c	1,03 (2,42) c	1,23 (3,17) c
TCARRO02	5,1 (8,75) c	1,55 (3,75) c	1,1 (2,17) c	1,33 (3,08) c
UFVJM41	1,79 (5,00) c	0,81 (1,25) c	0,41 (0,50) c	0,41 (0,50) c
CV (%)	49.59	53.24	67.91	65.72

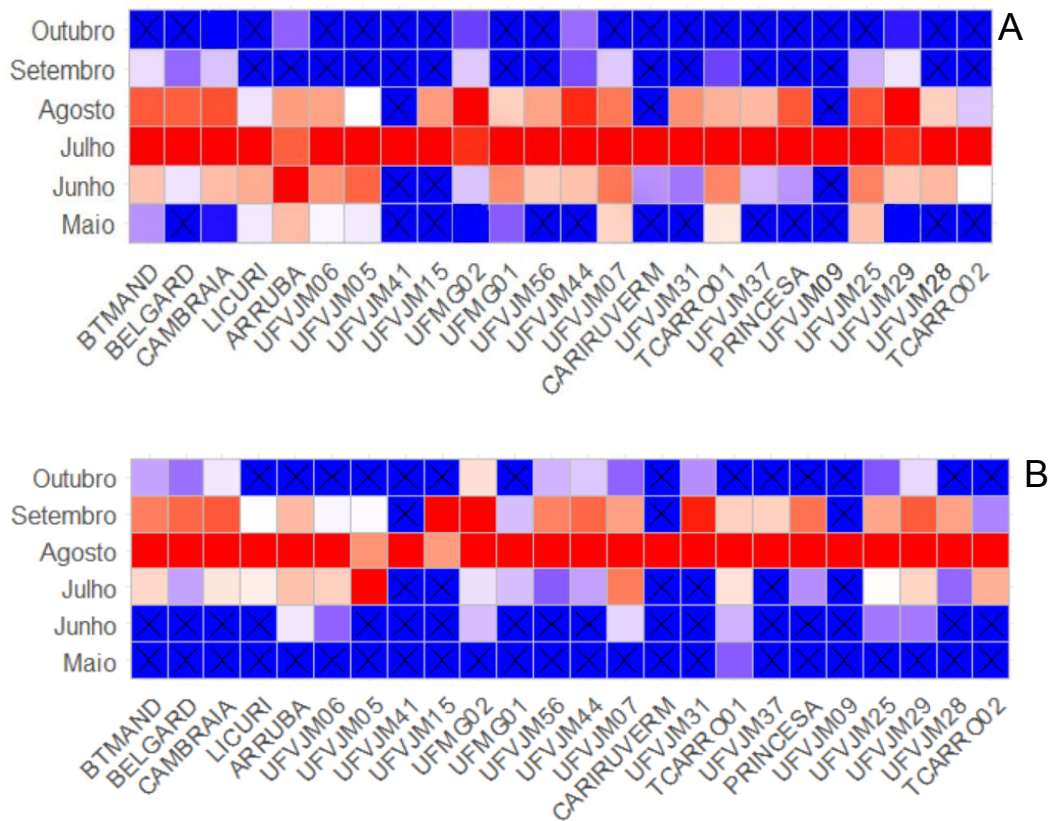
Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. CV= coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Quanto ao número de frutos e sementes, os clones CAMBRAIA e UFVJM29 obtiveram a maior produção, com 291,5 frutos e 322,50 sementes e 272,50 frutos e 354,17 sementes, respectivamente. Já os clones UFMG02, ARRUBA e UFVJM25 apresentaram produção de frutos intermediária. Os demais tratamentos obtiveram menor produção. Os tratamentos com menores quantidades de frutos e sementes variaram em torno de 0,5 a 17,63 frutos e 0,5 a 25,63 sementes (TABELA 2).

O florescimento da cultura teve início em maio, com a presença de flores em 12 clones. Já no mês de junho, somente UFVJM41, UFVJM15 e UFVJM09 não apresentaram florescimento (Figura 3A). No mês de julho, houve a sincronização de florescimento entre todos os clones que apresentaram floração (CAMBRAIA UFVJM29, UFMG02ARRUBA, TCARRO01, UFJM07, UFVJM06, UFVJM44, UFVM25, BTMAND, UFVJM28, LICURI UFVJM31, UFVJM56, UFMG01, UFVJM05, CARIRUVERMELHO, BELGARD, UFVJM09, UFVJM37, PRINCESA ,UFVJM15, TCARRO02 e UFVJM41).

FIGURA 3 – Representação gráfica com cores vermelhas indicando o mês com maior número de flores (A) e de frutos (B) dentro de cada um dos clones de batata-doce, e cores azuis para o menor número. X indica a ausência de flores e frutos



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Já em agosto, os clones UFVJM41, CARIRUVERMELHO e UFVJM09 não apresentaram floração (FIGURA 3A). No período de setembro, registrou-se o florescimento dos clones BTMAND, BELGARD, CAMBRAIA, UFMG02, UFVJM44, UFVJM07, CARRO01, UFVJM25 e UFVJM29. Em outubro ocorreu o final do período reprodutivo, onde apenas os clones CAMBRAIA, ARRUBA, UFMG02, UFVJM44 e UFVJM29 apresentaram presença de flores (FIGURA 3A).

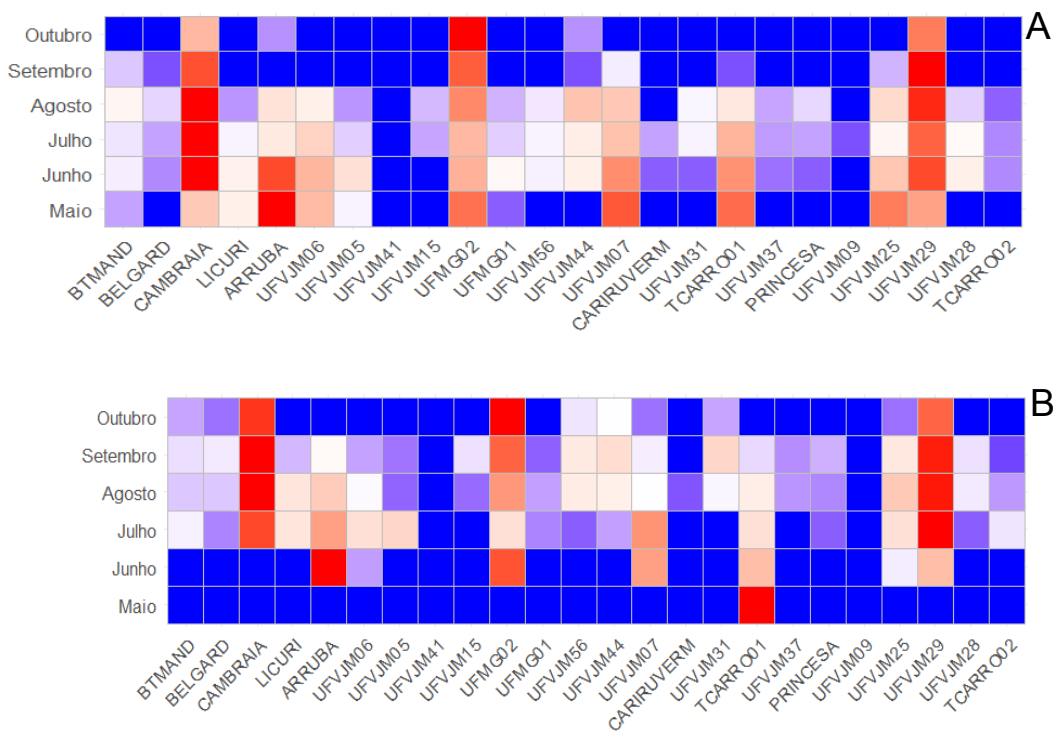
A frutificação da batata-doce, iniciou-se no mês de maio, com presença de frutos no clone TCARRO01. Enquanto que em junho foi observada a presença de frutos nos clones ARRUBA, UFVJM06, UFMG02, UFVJM07, TCARRO01, UFVJM25 e UFJM29. No mês de julho, não houve presença de frutos nos clones UFVJM41, UFVJM15, CARIRUVERMELHO, UFVJM31, UFVJM37 e UFVJM09. Já no mês de agosto, ocorreu frutificação em todos os tratamentos (FIGURA 3B).

Em setembro, houve presença de frutos para maioria dos clones, sendo que UFVJM41, CARIRUVERMELHO e UFVJM09 não apresentaram frutificação nesse período. O mês de outubro encerrou a produção de frutos, somente os tratamentos BTMAND, BELGARD, CAMBRAIA, UFMG02 UFVJM56, UFVJM44, UFVJM07, UFVJM31, UFVJM 25 e UFVJM29 apresentaram produção de frutos nesse período (FIGURA 3B).

Dentre os períodos avaliados, julho foi o mês que mais registrou florescimento na cultura da batata-doce, onde a maioria dos clones apresentaram elevado número de flores. Já em agosto, houve redução no número de flores em quase todos os clones, sendo que, apenas os clones UFVJM41, CARIRUVERMELHO e UFVJM09 não apresentaram flores. Nos meses de setembro e outubro, houve o declínio na floração da cultura (FIGURA 3A).

Por meio da representação gráfica da Figura 4A, verificou-se que o clone ARRUBA apresentou maior intensidade de florescimento em maio, enquanto que os clones UFMG02, UFVJM07, TCARRO01, UFVJM25 UFVJM29, UFVJM06 e CAMBRAIA, obtiveram números de flores com proporção intermediária. Os demais clones apresentaram uma quantidade de flores bem inferior aos tratamentos avaliados. Já no mês de junho, CAMBRAIA destacou-se, com maior número de flores.

FIGURA 4 – Representação gráfica com cores vermelhas indicando o clone de batata-doce com maior número de flores (A) e de frutos (B) dentro de cada mês, e cores azuis para o menor número



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Em julho, foi possível observar uma alta taxa de florescimento no clone CAMBRAIA. Os clones UFVJM06, UFMG02, UFVJM07, TCARRO 01 e UFVJM29 apresentaram proporção intermediária para essa característica. Já os tratamentos UFVJM41, UFVJM15 e UFVJM09 apresentaram menor número de flores (FIGURA 4A).

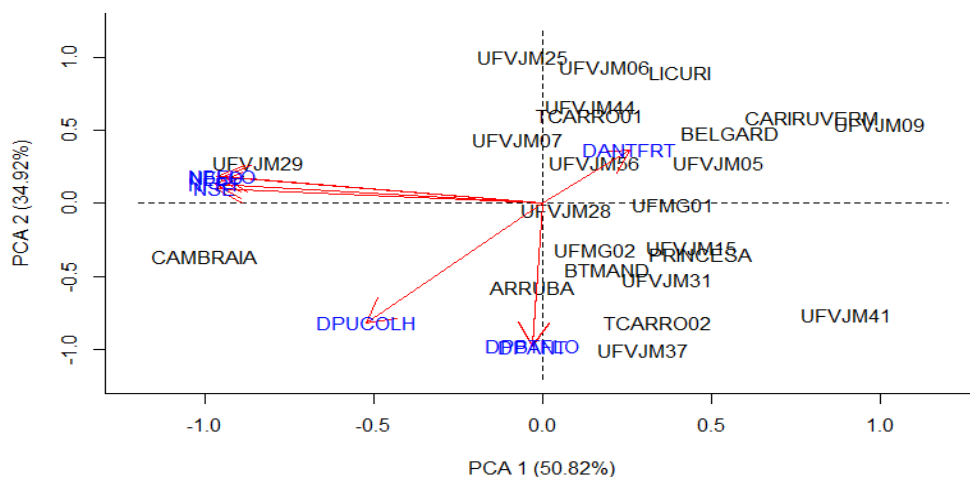
Os clones CAMBRAIA e o UFVJM29 foram os que mais apresentaram florescimento no mês de agosto, enquanto que os clones UFVJM41, CARIRUVERMELHO e UFVJM09 obtiveram menor número de flores. No período de setembro o clone UFVJM29 registrou-se maior número de flores, enquanto que o CAMBRAIA, UFMG02 apresentaram quantidade intermediária (FIGURA 4A).

O período reprodutivo da cultura se encerrou em outubro, onde o clone UFMG02 foi caracterizado com maior índice de florescimento. Já o CAMBRAIA e UFVJM29 apresentaram quantidade de flores intermediárias (FIGURA 4A).

Quanto ao número de frutos, o TCARRO01 foi único caracterizado com maior produção no período de maio, enquanto que em junho o clone ARRUBA destacou-se na produção. Já nos meses de julho e agosto, CAMBRAIA e UFVJM29 obtiveram maior registro de flores e frutos. Em setembro houve maior presença de frutos nos clones CAMBRAIA e UFVJM29. Já em outubro o UFVJM02 apresentou maior número de frutos (FIGURA 4B).

Um gráfico de dispersão foi criado com base nos componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2), para ilustrar a dissimilaridade entre os clones, nas características de florescimento e produção de sementes da batata-doce (FIGURA 5). Os dois primeiros componentes principais explicaram 85,74% da variação total do conjunto de dados.

FIGURA 5 – Gráfico de dispersão das variáveis de florescimento e produção de sementes em 24 clones de batata-doce utilizando análise de componentes principais (PCA); número de botões florais (NBFL); número de flores (NFLO), número de frutos (NFR); número de sementes (NSE); número de dias dos primeiros botões florais (NDPLBTFLO); número de dias do plantio à antese (NDPLANT); número de dias da antese à deiscência do fruto (NDANTDFRT); número de dias do plantio à última colheita (NDPLUCOLH)



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A primeira análise de componente principal (CP1) explica 50,82% da variância total dos dados, enquanto que a segunda análise de componente de principal (CP2) explica 34,92% (FIGURA 5). Além disso, observou-se a sobreposição das variáveis número de botões florais, número de flores, número de frutos e número de sementes. O mesmo foi verificado entre as variáveis número de dias do plantio aos primeiros botões florais e número de dias do plantio à antese.

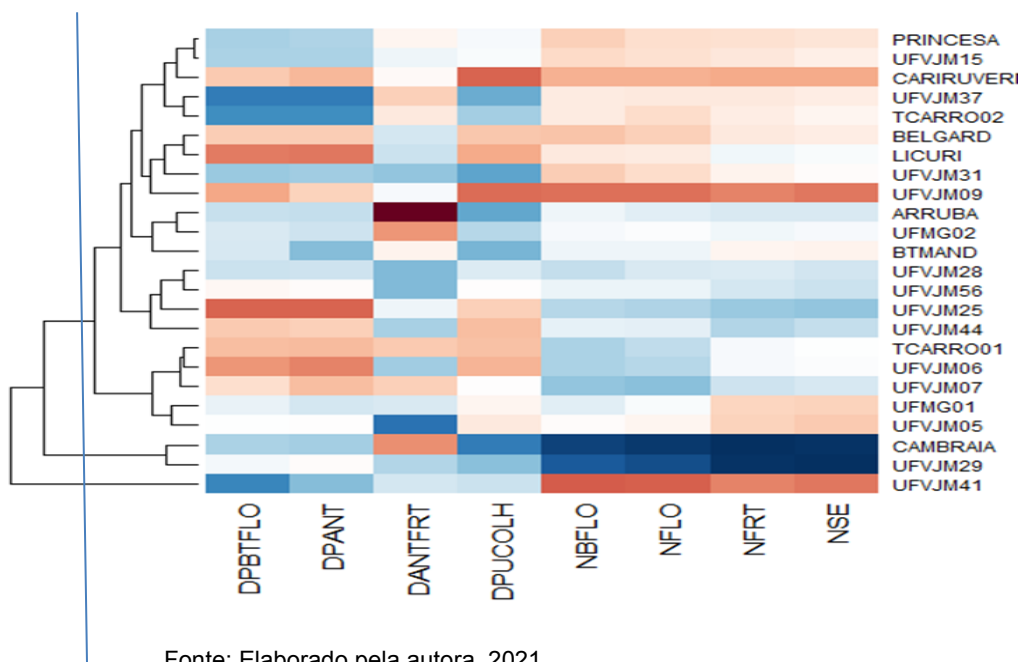
Apenas as características número de dias do plantio aos primeiros botões florais e número de dias do plantio a antese apresentaram baixa estimativa de correlação com os componentes principais. Já as demais variáveis apresentaram altas estimativas de correlação com os componentes principais. Os clones UFVJM29 e Cambraia apresentaram menores estimativas para o CP1, indicando maiores estimativas para número de botões florais, número de flores, número de frutos e número de sementes. Já o contrário foi observado para os clones CARIRUVERM, UFVJM09 e UFVJM41 (FIGURA 5).

Quanto às estimativas dos escores do segundo componente principal (CP2), verificaram-se menores estimativas para os clones TCARRO02, UFVJM37 e UFVJM41. Isto indica maiores valores do número de dias dos primeiros botões florais e número de dias do plantio à antese (FIGURA 5).

Os clones UFVJM28, UFMG01, UFMG02 e UFVJM56 se apresentaram próximos à origem dos componentes principais (FIGURA 5). Isso indica que estes clones apresentam valores intermediários para todas as características.

O dendrograma foi obtido a partir da matriz de dissimilaridade, gerada pela distância de Mahalanobis entre 24 clones de batata-doce, baseado em oito características de florescimento da cultura, com correlação confenética de (0,74%) (FIGURA 6). Os clones foram agrupados em três clusters de acordo com o critério de Mojena, o ponto de corte foi de 20,76. Onde o primeiro cluster foi formado pelo clone UFVJM41, enquanto que o segundo cluster, foi constituído pelos tratamentos CAMBRAIA e UFVJM29. Já no terceiro cluster foi formado pelos demais clones (FIGURA 6).

FIGURA 6 – Dendrograma do agrupamento dos 24 clones de batata-doce (com base em oito características de florescimento), obtido pelo método UPGMA e utilizando a distância de Mahalanobis



Os tratamentos CAMBRAIA e UFVJM29 foram agrupados no cluster 2, por apresentar maiores estimativas para a produção de frutos e sementes (FIGURA 6). Já o clone UFVJM41 ficou agrupado isoladamente no cluster 1, sendo considerado o mais divergente entre todos os tratamentos. Este clone se destacou por apresentar menor número de botões florais e menor número de flores (FIGURA 6).

As variáveis porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), (%) sementes duras (SD), (%) sementes mortas (SM), e plântulas (PA), a maior porcentagem de germinação (%G) foi obtida nos clones, ARRUBA, CARRO01, UFVJM07, UFVJM25, UFVJM29 e UFVJM31, os demais tratamentos apresentaram baixo percentual, com a variação de 5 a 54,7% de germinação. Para o IVG, somente os clones UFMG02, UFVJM07 e UFVJM44 apresentaram menor índice, o que implica um menor vigor das sementes.

Os clones LICURI, UFMG02, UFVJM07, UFVJM44, UFVJM56 apresentaram maior porcentagem de sementes duras. Já as maiores porcentagem de sementes mortas, foram observadas nos CAMBRAIA, UFMG02, UFVJM31 destacaram em maior valor. Para as demais características PC, TMG, MS, CR e PA não foram observadas diferenças estatísticas (TABELA 3).

Tabela 3 – Primeira contagem (PC), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação, matéria seca (MS), Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) sementes dura (SD), sementes morta (SM), plantas anormais (PA)

Clones	PC (%)	G (%)	IVG	TMG (dias)	MS (mg/plântula)	CPA (cm)	CR (cm)	SD (%)	SM (%)	PA (%)
ARRUBA	2.70 a	47.00 a	3.30 a	6.30 a	3.50 a	2.10 a	2.60 a	14.00 b	17.00 b	18.00 a
CAMBRAIA	2.20 a	20.0 b	3.80 a	5.70 a	3.00 a	2.00 a	2.70 a	14.00 b	39.00 a	27.00 a
CARRO01	1.90 a	54.70 a	3.80 a	6.10 a	2.10 a	2.00 a	2.30 a	10.70 b	18.70 b	16.00 a
LICURI	1.74 a	25.30 b	2.80 a	5.00 a	2.00 a	2.00 a	2.20 a	24.00 a	29.30 b	18.70 a
UFMG02	1.00 a	5.00 b	1.40 b	6.00 a	4.80 a	1.80 a	2.00 a	26.00 a	46.00 a	20.00 a
UFVJM07	1.00 a	36.00 a	2.40 b	7.10 a	2.60 a	2.00 a	1.90 a	29.30 a	18.70 b	13.30 a
UFVJM25	1.50 a	34.00 a	3.90 a	5.00 a	2.90 a	2.00 a	2.20 a	15.00 b	25.00 b	23.00 a
UFVJM29	1.70 a	47.00 a	4.10 a	5.20 a	2.50 a	2.20 a	2.30 a	4.00 b	22.00 b	24.00 a
UFVJM31	2.30 a	39.00 a	3.30 a	4.80 a	2.30 a	2.30 a	2.50 a	10.00 b	36.00 a	16.00 a
UFVJM44	1.00 a	17.30 b	1.70 b	6.90 a	3.50 a	1.80 a	2.10 a	48.00 a	18.70 b	16.00 a
UFVJM56	2.60 a	29.00 b	3.60 a	4.70 a	3.20 a	2.30 a	2.70 a	32.00 a	16.00 b	23.00 a
CV(%)	57,41	38,36	29,98	19,42	46,77	12,37	20,11	63,79	42,78	52,86

Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. CV= coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

No teor de água foi observada variação entre 7,33% e 13,14%, sendo a maior porcentagem verificada no clone UFVJM56 (TABELA 4). O peso de 1000 sementes apresentou variação de 11,96 g (UFMG02) a 22,89g (ARRUBA).

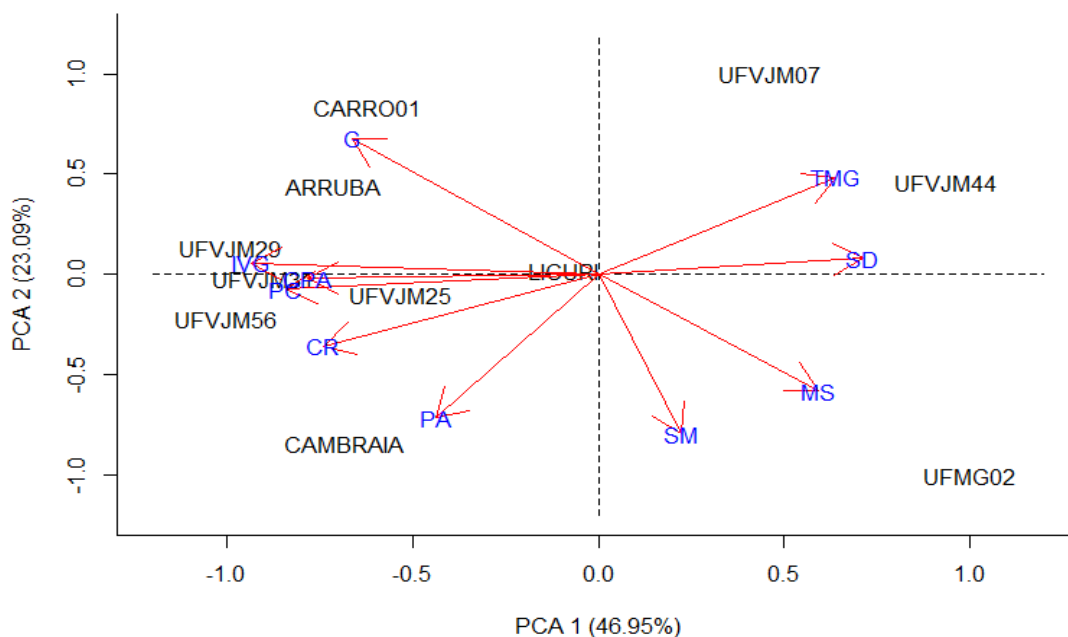
Tabela 4 – Grau de umidade (%) e peso de mil sementes (PMS) de sementes de batata-doce (*Ipomoea batatas*) (L.) Lam

Clones	PMS (g)	% U
UFVJM29	16,75	12,78
CAMBRAIA	13,37	7,33
UFMG02	11,96	10,98
ARRUBA	22,89	7,82
UFVJM25	22,51	11,37
UFVJM56	15,95	13,14
UFVJM31	15,35	12,41
LICURI	15,38	9,93
UFVJM44	14,15	11,59
CARRO01	20,60	10,38
UFVJM07	16,42	11,58

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Na análise dos componentes principais, os dois primeiros componentes permitiram explicar 70,04% da variabilidade total dos dados (FIGURA 7). O componente principal 1 (CP1) e o componente principal 2 (CP2) explicaram a variação dos dados com 46,95% e 23,09%, respectivamente. O CP1, foi correlacionado principalmente pela porcentagem de sementes duras e tempo médio de germinação. Já na análise de CP2, a porcentagem de germinação foi a varável mais representativa.

FIGURA 7 – Gráfico de dispersão das variáveis de análise quanto a qualidade fisiológica de sementes de 11 clones de batata-doce, utilizando análise de componentes principais (PCA) Primeira contagem (%PC), germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação, matéria seca (MS), Comprimento da parte aérea, comprimento da raiz (CP) sementes dura (SD), sementes morta (SM), plantas anormais (PA)



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

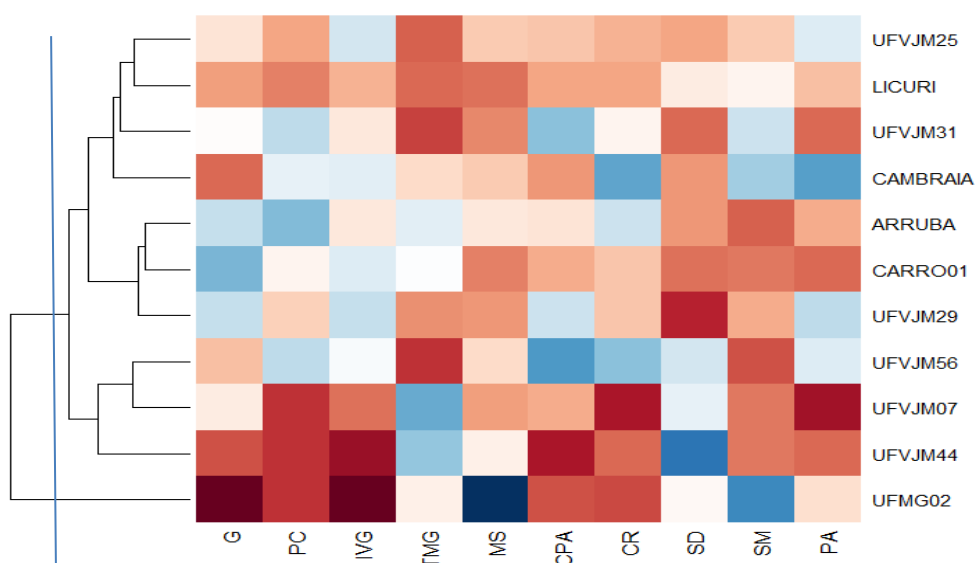
A dispersão gráfica permitiu visualizar uma considerável variabilidade quanto a qualidade fisiológica de sementes de batata-doce (FIGURA 7). Pode-se observar, que, o clone CAMBRAIA apresentou baixa estimativa com os dois componentes principais, indicando alta estimativa para porcentagem de plântulas anormais. Os clones UFVJM56, UFVJM31, UFVJM29 e ARRUBA e apresentou menor estimativa com o componente principal 1, indicando maior comprimento da raíz, maior porcentagem para primeira contagem, e comprimento da parte aérea e IVG. A sobreposição dessas características indica que foram altamente correlacionadas. O clone CARRO01 apresentou alta estimativa com componente principal 2, indicando alta porcentagem de germinação

O clone UFMG02 apresentou alto escore para o (CP1), indicando alta porcentagem de sementes mortas e matéria seca. Já os clones UFVJM44 e UFVM07 apresentaram escores positivos com o componente principal 1 e 2, isso indica alta porcentagem de sementes duras e maior tempo médio de germinação. O clone LICURI apresentou próximo à origem dos componentes principais. Isso mostra que este clone apresenta valores intermediários para todas as características (FIGURA 7).

Para identificar o agrupamento dos clones com base nas dez características, relacionadas a qualidade fisiológica das sementes, foi obtido um dendrograma a partir da matriz de dissimilaridade pela distância de Mahalanobis, apresentando um coeficiente de correlação cofenética (CCC) de ( $r=0,75$ ), por meio do método UPGMA (FIGURA 8). Foram formados dois clusters de acordo com o critério de Mojena e para a determinação do número de clusters, o ponto de corte foi de 36,8. O primeiro cluster foi formado pelo clone UFMG02. E o segundo cluster foi formado pelos demais tratamentos (FIGURA 8).

O clone UFMG02 foi o único agrupado no cluster 1, por possuir menor porcentagem de germinação, menor índice de velocidade de germinação e maior massa de matéria seca. Já o segundo cluster foi agrupado pelos demais tratamentos por apresentar valores intermediários para as características avaliadas (FIGURA 8).

FIGURA 8 – Dendrograma do agrupamento de 11 clones de batata-doce, com base em 10 variáveis de análise de qualidade fisiológica de sementes, obtido pelo método UPGMA e utilizando a distância de Mahalanobis



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

#### 4.1.4 Discussão

A avaliação das características reprodutivas da cultura da batata-doce é essencial aos programas de melhoramento. Sendo possível identificar clones precoces com boa floração. E além disso, permite verificar indicativos de heterogeneidade genética ao avaliarem o florescimento e produção de sementes em diferentes clones.

Entre os clones estudados, foi possível observar uma grande variação no período de floração. Os clones do grupo “B”, tido o mais precoce, variaram entre 149 a 176 dias após o plantio, para o início dos primeiros botões florais, com primeiros registros no período de maio. E o grupo “A” mais tardio com variação de 186 a 222 dias com registros no mês de Junho e Julho. (BRITO *et al.*, 2021) ao avaliarem o florescimento e produção de sementes de batata-doce pela UFLA, observaram que a floração ocorreu nas primeiras semanas de agosto em todos os clones, com aproximadamente 125 dias após o plantio. Já MWANJA *et al.* (2015) observaram florescimento na batata-doce em Kuru no centro-norte da Nigéria no mês de novembro, com 102 dias após o plantio.

Essa variação nos meses de florescimento está associada as condições climáticas de cada região, já que a floração e frutificação da batata-doce ocorre em temperaturas mais amenas, entre 20° e 25°C (ROSSEL *et al.*, 2008). Além disso, essas diferenças de floração, intensidade floral e produção de sementes da batata-doce são fortemente influenciadas pelo genótipo, fotoperíodo e estresse ambiental (MWANGA *et al.*, 2017). Dessa forma, as plantas costumam florescer no outono e inverno, quando os dias encurtam abaixo de um comprimento crítico do dia (LINCOLN TAIZ *et al.*, 2017).

Estudos com florescimento de batata-doce na região de Brasília-DF observaram que a maioria das cultivares (60% da coleção) floresce principalmente nas estações verão e outono (RITSCHER *et al.*, 2010). O que contradiz com os resultados obtidos no presente estudo, onde a florada ocorreu com maior intensidade no inverno estendendo a primavera.

Assim, percebe-se que numa mesma localidade, algumas cultivares podem florescer no verão, outras na primavera, outras no outono ou inverno, outras ainda podem florescer quase o ano todo, entretanto, outras não florescem (MWANGA *et al.*, 2017). Os genótipos sem floração, representam desafios para exploração de seus genes por meio do cruzamento convencional em programas de melhoramento (NGAILO *et al.*, 2016).

Embora haja poucas pesquisas com caracterização de florescimento da batata-doce, os resultados encontrados na literatura, apresentam uma ampla variabilidade para essa característica, com diferentes respostas dos clones para cada local e período do ano (BRITO *et al.*, 2021).

Quanto a frutificação e produção de sementes, observou-se presença de frutos e sementes no final de maio para os clones precoce e no mês de junho para os mais tardios. Em contrapartida, Menezes e Ritschel (1998) ao analisar o florescimento em acessos de batata-doce, perceberam que a floração iniciou em fevereiro e a frutificação e produção de sementes em abril e maio, respectivamente, enquanto que o declínio no número de flores emitidas ocorreu entre julho e agosto.

Os clones Cambraia e UFVJM29 destacaram na produção de flores e sementes, com produção de 322,50 e 354,17 sementes por planta. Os demais tratamentos variaram de 0,5 a 141,88 sementes por planta (Tabela 2). Em um estudo semelhante, 35% dos genótipos estudados, apresentaram uma média geral de 340,05 sementes por planta, 65% dos genótipos variaram de 4 a 68. Isso implica uma grande variação entre os genótipos (BRITO *et al.*, 2021).

O número de flores em relação a proporção de frutos produzidos, mostrou um índice muito alto de abortamento floral, no qual foi observado destaque para os clones CAMBRAIA e UFVJM29 que apresentaram maior taxa de florescimento com total de 1.902,42 flores e 1.112,67 flores e 291,5 frutos e 272,5 frutos respectivamente. Em trabalhos com acessos CNPH 471, CNPH 475, CNPH 293, CNPH 345, CNPH 361, CNPH 239 e CNPH 442, Menezes e Ritschel (1998) obtiveram resultados em torno de 100 sementes em uma proporção entre flores produzidas e frutos vingados de aproximadamente 1. Os resultados foram praticamente nulos quanto o abortamento de flores, no caso dos acessos que mais produziram sementes. Os cruzamentos não dependem apenas clones com presença de flores, deve haver compatibilidade entre os genitores, presença de polinizadores e clima favorável (BRITO *et al.*, 2021)

A relação flor/fruto/semente é muito baixa na cultura da batata-doce, isso pode estar associado aos fatores que afetam a floração e também a fertilização e o desenvolvimento do fruto (FABRI, 2009 e MWANGA *et al.*, 2017). A cultura apresenta alto nível de ploidia, partindo do pressuposto, de que esse fator está relacionado com duração e intensidade do período reprodutivo e com autoincompatibilidade de esporos, no qual, pode comprometer a fertilidade e acarretar uma esterilidade parcial ou total (SHIN *et al.*, 2011; MWANGA *et al.*, 2017). Logo, a baixa produção de frutos em proporção a quantidade de flores emitidas em todos os clones, está associado a esses fatores genéticos.

Dessa forma, a baixa produção flores e o tempo de floração limita o número de cruzamentos que podem ser feito na cultura (NGAILO *et al.*, 2016). Assim, os clones CAMBRAIA e UFVJM29 apresentaram maior floração, podendo ser utilizados em etapas iniciais de melhoramento como genitores, a fim de obter progênies que produzam maior número de sementes para posterior seleção de atributos de interesse agrônomo.

O clone UFVJM41 teve baixo florescimento em todo período reprodutivo, o que também é interessante, por possibilitar sincronia de florescimento com todos os clones. A sincronização da florada entre diferentes clones da batata-doce favorece o intercruzamento da cultura. Uma vez que a batata-doce é uma espécie alógama, o que possibilita aumento da variabilidade genética disponível em um conjunto de clones (CARMONA, 2015). Permitindo maiores possibilidades de cruzamentos e evitando o estreitamento da base genética das cultivares, o que é de extrema importância para os programas de melhoramento.

No mês de julho houve maior florescimento com os 24 clones em maior volume, sendo este mês ideal para a realização de cruzamentos na região estudada. O tempo entre o florescimento e deiscência do fruto variou entre 28 a 47 dias entre os clones avaliados, dessa forma, pode-se inferir que o fruto da batata-doce leva em média de seis semanas da fertilização da flor para ocorrer a deiscência do fruto (FIGUEIRA, 2013).

Na análise multivariada os clones UFVJM29 e CAMBRAIA foram dissimilares aos demais por apresentar maior números de flores, frutos e sementes. Isso indica que esses tratamentos podem ser utilizados no pré-melhoramento, a fim de aumentar a capacidade de propagação reprodutiva dos clones. Outro clone dissimilar aos demais foi o UFVJM41, que se destacou por ser mais tardio e ter menor número de sementes e frutos. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários para essas características.

Em relação a qualidade das sementes produzidas pelos 11 clones, avaliada por meio do teste de germinação, foram constatados lotes com médias de germinação com uma variação entre 5 a 54,7%. Para a porcentagem de sementes duras, os clones LICURI, UFMG02, UFVJM07, UFVJM44, UFVJM56 apresentaram a maior porcentagem, o que implica a baixa porcentagem de germinação desses tratamentos.

A semente de batata-doce possui um tegumento duro e espesso, o que contribui para que a germinação ocorra de forma lenta e irregular (JORGE *et al.*, 2020). A escarificação com o ácido sulfúrico, é considerado um dos métodos mais eficaz para aumentar a germinação de sementes de tegumento duro. A superação de dormência com ácido sulfúrico tem sido eficiente na germinação de sementes da batata-doce, mas, pode variar com o período de tempo para cada tratamento (NAIR *et al.*, 2017). O que implica a grande variação na porcentagem de germinação nos clones avaliados .

Melo (2020) obteve diferentes resposta de germinação entre quatro clones (UFVJM-5,UFVJM-22, UFVJM-38 e UFVJM-65) de batata-doce, onde a germinação variou entre 5 a 24% no tempo 10 min e no tempo 20 min de 13 a 47%. Em outro estudo com superação de dormência de sementes de batata-doce, utilizando escarificação com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por 10 minutos, Nair *et al.* (2017) encontraram percentual de germinação entre de 75 a 80% Embora, apresente uma média baixa de germinação, é um valor satisfatório para cultura da batata-doce, já que cada semente que germina pode dar origem um novo genótipo (BRITO *et al.*, 2021).

Para a porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem, não houve diferença significativa entre os tratamentos, isso implica que todos clones que floresceram apresentam o mesmo vigor (MELO, 2020; JORGE *et al.*, 2020).

Com relação ao índice de velocidade de germinação, os clones UFMG02, UFVJM07, e UFVJM44 foram classificados com menor índice, com variação entre 1,4 a 2,4, com base nesse teste de vigor, pode considerar que esses tratamentos apresentaram qualidade fisiológica inferior aos demais tratamentos.

Quanto maior o índice de velocidade de germinação, mais vigorosa é a semente. O desempenho ou características de plântulas, incluindo tanto o comprimento de plântulas ou relacionada com a constituição de suas partes, como comprimento da raiz, parte aérea, têm sido utilizados em pesquisas sobre a avaliação de vigor de sementes em todas espécies (MARCOS FILHO, 2015).

Os clones CAMBRAIA, UFMG02, UFVJM31 apresentaram maior porcentagem de sementes mortas. O alto teor de água nas sementes pode provocar perda de vigor, baixa germinação e deterioração das sementes por podridões e por contaminações de pragas, e microrganismos (NAKAGAWA, 2012). O grau de umidade recomendado em sementes de batata-doce, é de 7-10% (ROSSEL *et al.*, 2008). Dessa forma, o alto teor de água apresentado nos respectivos tratamentos pode ter afetado o tecido do embrião e causado a morte da semente .

Pela análise multivariada, os clones UFVJM56, UFVJM31, UFVJM29 e ARRUBA e CARRO01, apresentaram características vantajosas para critério de seleção, com alta porcentagem de germinação, alta porcentagem para primeira contagem, alto IVG e maior comprimento da parte aérea e raiz.

O clone UFMG02 apresentou o mais dissimilar de todos tratamentos, por possuir menor porcentagem de germinação, menor índice de velocidade de germinação, alta porcentagem de matéria seca e alta porcentagem de sementes mortas. Os clones UFVJM44 e UFVJM07 apresentaram maior

dissimilaridade, por apresentar menor estimativa para primeira contagem e maior tempo médio de germinação. Esses tratamentos, apresentam características indesejáveis para seleção de genitores, a fim de aumentar a capacidade de floração e produção de sementes.

#### **4.1.5 Conclusões**

Há dissimilaridade entre os clones quanto ao florescimento e produção de sementes.

Os clones UFVJM29 e CAMBRAIA devem ser priorizados como genitores em programas de melhoramento, por apresentar alto florescimento, alta produção e maior vigor das sementes.

O mês de julho é o período mais recomendado para realização de cruzamentos e o mês de agosto para a colheita de sementes.

#### 4.1.6 Referências

- AZEVEDO, Alcinei Místico. **MultivariateAnalysis**: pacote para análise multivariada. [version 0.4.4]. [S.l.: s.n.]: 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=MultivariateAnalysis>. Acesso em: 5 maio 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009.
- BRITO, O. G.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; LOPES, T. K.; SILVA, J. C. O.; FIRME, T. D.; SILVA, E. A.; AZEVEDO, S. M. Capacidade de floração e semente botânica produção de genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 39, p. 369-375, 2021.
- CARMONA, Paula Andrea Osorio. **Caracterização morfoagronômica, físico-química e tolerância ao nematoide-das-galhas de genótipos de batata-doce avaliados no Distrito Federal**. 2015. 227f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The Effects of Temperature, Sand and Soil, and Acetone on Germination of Okra Seed. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 428-434, 1958.
- FERREIRA, Eric Batista; Cavalcanti, Portya Piscitelli; Nogueira, Denismar. Alves. **ExpDes.pt: pacote experimental designs** (Portugues). R package version 1.2.2. [S.l.: s.n.]: 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>. Acesso em: 5 maio 2021.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 4. ed. Viçosa. UFV, 2013. 421p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola Nacional: 2020**. [S.l.: s.n.]: [2021?]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso: 20 abr. 2020.
- JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C. e; BERNARDES, I. B.; VENDRAME, L. P. de C. **Quebra de dormência em sementes botânicas de batata-doce utilizando diferentes compostos químico**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).
- KASSAMBARA, Alboukadel. **Visualization of a Correlation Matrix using 'ggplot2'**. [S.l.: s.n.]: 2019. Disponível em: <http://www.sthda.com/english/wiki/ggcorrplot>. Acesso em: 5 maio 2021.
- LEBOT, V. Sweet Potato. *In*: BRADSHAW, J. (ed.). Root and Tuber Crops. **Handbook of Plant Breeding**, v. 7, New York, 2010.
- LINCOLN, T; ZEIGER, E; MOLLER, I.M; MURPHY, A **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** [recurso eletrônico]. Tradução de Alexandra Antunes Mastroberti ,6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- LOW, J. W.; MWANGA, R. O. M.; ANDRADE, M.; CAREY, E.; BALL, A. M. Tackling vitamin a deficiency with biofortified sweetpotato in sub- Sahar. África. **Global food security**, [S.l.], v. 14, p. 23-30, 2017.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection an devaluation for seed lingemergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015.

MELO, Soryana Gonçalves Ferreira. **Dormência e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de batata-doce com o uso da análise de imagens**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

MWANJA, Y. P.; WUYEP, S. Z.; GOLER, E. E. Clonal Assessment of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Lines for Flower and Seed Characteristics in Jos-Plataeu, Nigeria. **Jornal Internacional de Melhoramento de Plantas e Genetics**, v. 9, p. 136-142, 2015.

MWANGA, R. O. M., ANDRADE, M. I., CAREY, E. E., LOW, J. W., YENCHO, G. C., GRÜNEBERG, W. J. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.). **Genetic Improvement of Tropical Crops**, [s. l.], 2017.

NAIR, A. G. H.; VIDYA, P.; SREEKUMAR, J.; MOHAN, C. effect of seed pre-sowing treatment on germination of sweet potato. **International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture**, v. 3, p. 69-75, 2017.

NGAILO, S.; SHIMELIS, H.; SIBIYA, J.; MTUNDA, K. Screening of Tanzanian sweet potato germplasm for yield and related traits and resistance to sweet potato virus disease, **Acta Agriculturae Scandinavica [Section B — Soil & Plant Science]**, v. 66, n. 1, p. 52-66, 2016. DOI: 10.1080/09064710.2015.1063684.

RAHAJENG, W., RESTUONO, J., INDRIANI, F. C., PURWONO, P. Genetic Parameters of Agronomic Traits in Sweetpotato Accessions. **Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education**, v. 12, n. 2, p. 240-246, 2020.

RITSCHER, Patrícia Silva; LOPES, Carlos A.; HUAMÁN, Zósimo; FERREIRA, Márcio E.; FRANÇA, Félix H.; MENÊZES, José E.; TEIXEIRA, Djalma M.C.; TORRES, Antônio C.; CHARCHAR, João M.; THOMAZELLI, Lúcio. **Organização do banco de sementes botânicas do banco ativo de germoplasma de batata-doce para conservação de "pool genético" a longo prazo**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998.

RITSCHER, P.S.; LOPES, C.A.; HUAMÁN, Z.; FERREIRA, M.E.; FRANCA, F.J.; MENÊZES, J.E.; TEIXEIRA, D.M.C.; TORRES, A.C.; CHARCHAR, J.M.; THOMAZELLI, L. **Organização do banco ativo de germoplasma de batata-doce: situação atual e perspectivas**. [S. l.: s. n.], 2010.

ROSSEL, G.; ESPINOZA, C.; JAVIER, M.; TAY, D. Diretrizes de regeneração: batata-doce. In: DULLOO, M. E.; THORMANN, I.; JORGE, M. A.; HANSON, J. (eds.). **Crop specific regeneration guidelines** [CD-ROM]. Rome, Italy: CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), 2008.9p.

SHIN, J. M.; KIM, B. K.; SEO, S.G.; JEON, S. B.; KIM, J. S.; JUN, B.; KANG, S. Y.; LEE, J. S.; CHUNG, M. N.; KIM, S. H. Criação de mutação de batata-doce por radiação de raios gama. **Afr. J. Agric. Res.**, v. 6, p. 1447-1454, 2011.

THE R Foundation. The R Project for Statistical Computing. In: **R: language and environment for statistical computing and graphic**. Vienna: The R Foundation, 2016. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 5 maio 2021.

**APÊNDICE 1 – Florescimento e produção de sementes em *Ipomoea batatas* (L.) Lam. em sistema de cultivo tutorado**



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.