



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO MORFOAGRONÔMICO E PÓS-COLHEITA DE
GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**

KATHLYN EVELLYN FERREIRA DIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2025



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO MORFOAGRONÔMICO E PÓS-COLHEITA DE
GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**

KATHLYN EVELLYN FERREIRA DIAS

ORIENTADORA: Dra. NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PUBLICAÇÃO: 04/2025

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2025



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO MORFOAGRONÔMICO E PÓS-COLHEITA DE GENÓTIPOS DE
BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**

KATHLYN EVELLYN FERREIRA DIAS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

APROVADA POR:

Eng. Agrônoma Nara Oliveira Silva Souza, Doutora; Universidade de Brasília-UnB; Orientadora;
e-mail: narasouza@unb.br; CPF: 033.300.726-36.

Eng. Agrônomo José Ricardo Peixoto, Doutor; Universidade de Brasília-UnB; Examinador interno;
e-mail: peixoto@unb.br; CPF: 354.356.236-34.

Eng. de Alimentos Rosa Maria de Deus Sousa, Doutora; União Pioneira de Integração Social-UPIS;
Examinadora externa; e-mail: rosamdsf@gmail.com; CPF: 239.019.771-04.

Brasília-DF, 19 de fevereiro de 2025.

Fd Ferreira Dias, Kathlyn Evellyn
DESEMPENHO MORFOAGRONÔMICO E PÓS-COLHEITA DE GENÓTIPOS DE
BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) / Kathlyn Evellyn
Ferreira Dias; orientador Nara Oliveira Silva Souza. --
Brasília, 2025.
82 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -- Universidade de
Brasília, 2025.

1. raiz tuberosa. 2. produtividade. 3. diversidade
genética. 4. descritores morfoagronômicos. 5. MAPA. I.
Oliveira Silva Souza, Nara, orient. II. Título.

Dedico este trabalho, com imensa gratidão, à minha família, pelo apoio incondicional, incentivo e amor em cada etapa desta jornada, em especial à minha mãe, por ser minha base e por me ensinar o verdadeiro significado da resiliência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, por acreditar em mim e pelo apoio incondicional ao longo desta jornada. Em especial, à minha mãe, Maria José, cujo esforço e dedicação foram fundamentais para minha formação como pessoa. Aos meus irmãos, Dally, David e Victor, por compartilharem a vida comigo, esta caminhada se torna mais leve com vocês. Aos meus sogros, Zildene e Marcelo, e à minha cunhada, Thaís, que sempre me incentivaram e acreditaram no meu potencial.

Ao meu companheiro, Felipe da Silva, que não apenas me apoiou emocionalmente, mas também esteve ao meu lado em cada etapa desse processo, do campo ao laboratório, em todos os momentos em que precisei de suporte. Sua parceria e dedicação foram essenciais.

À minha orientadora, Dra. Nara Oliveira, a quem tenho enorme apreço, tanto pela profissional excepcional quanto pela pessoa inspiradora que é. Sou imensamente grata por sua disponibilidade, orientação constante e por embarcar comigo em cada nova ideia desafiadora, estando lá em todas as etapas do processo.

À equipe da Fazenda Água Limpa, especialmente a da horticultura, pelo comprometimento e prontidão em auxiliar sempre que necessário. Aos professores Dr. José Ricardo Peixoto e Dr. Márcio Antônio Mendonça, pela generosidade em compartilhar conhecimento sobre a cultura e as análises necessárias, contribuindo significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

À aluna Suelen Fontes, pelo empenho em auxiliar e acompanhar os experimentos em campo. E à doutoranda Caroline Rosa, pela paciência em me ensinar as análises e realizá-las ao meu lado, sempre que possível, com máxima dedicação e atenção.

Aos meus amigos, que estiveram presentes nos momentos de alegria e dificuldade, obrigado por sempre me apoiarem com palavras de encorajamento e por compartilharem comigo a leveza e a felicidade da vida.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada, meu mais sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) é uma cultura de grande relevância global devido à sua versatilidade alimentar, elevada produtividade e adaptabilidade a diferentes condições climáticas e de solo. No Brasil, ela tem se destacado tanto como alimento básico quanto em diversas aplicações industriais e gastronômicas. Além disso, a cultura possui um grande potencial para o melhoramento genético, com possibilidades promissoras de desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas, resistentes a estresses bióticos e abióticos, e com características específicas, como maior teor de nutrientes, coloração diferenciada da casca e da polpa, entre outras. Este potencial pode contribuir significativamente para atender às crescentes demandas do mercado e promover maior sustentabilidade na agricultura. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes genótipos de batata-doce quanto ao desempenho morfoagronômico, físico-químico e nutricional. O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL), da Universidade de Brasília (UnB), utilizando delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com nove repetições por genótipo. Foram analisados 17 parâmetros da parte vegetativa 90 dias após o plantio, além da produtividade e caracterização físico-química das raízes em três períodos de colheita (120, 150 e 180 dias). A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores para a cultura fornecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As análises físico-químicas incluíram teor de umidade, cinzas, sólidos solúveis, acidez total titulável, amido, lipídios, proteínas e carboidratos totais. Observou-se diferença estatística significativa (a 1% de probabilidade pelo teste F) entre os genótipos e os tempos de colheita para as características avaliadas, número de raízes comerciais, número de raízes não comerciais, número total de raízes, produtividade comercial, produtividade não comercial, produtividade total, comprimento médio, diâmetro médio, espessura da casca, número de furos, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, teor de umidade, teor de amido, teor de proteína e carboidratos totais. Não houve diferença estatística significativa nos teores de lipídios entre os tempos e genótipos avaliados. Quanto à caracterização da parte vegetativa, observou-se uma ampla diversidade morfológica, com comprimento das ramas variando de 72 cm a 398,66 cm e diâmetro do entrenó de 5,33 mm a 8,66 mm além da pigmentação antocianínica que variou entre presente e ausente nos genótipos bem como, a coloração ramas e folhas que variou do verde ao roxo. Para cor da casca e da polpa foi possível observar padrões de cores variados, entre bege, amarelo, laranja e roxo. Em relação aos aspectos de produtividade, os resultados indicaram que a produtividade comercial aumentou ao longo do tempo, atingindo 77,22 t/ha aos 180 dias. Genótipos como G12K, G13C e G08N demonstraram maior produtividade comercial. A produtividade não comercial foi mais expressiva para G05F, G13C e G18O. Nos parâmetros físico-químicos, observou-se aumento no °brix para os genótipos G01R e G06E, enquanto a acidez total titulável aumentou significativamente no genótipo G06E. O teor de amido variou de 86,50% a 90,94% aos 150 dias, reduzindo-se aos 180 dias. Proteínas e carboidratos totais também apresentaram variação entre os genótipos e períodos de colheita. Concluiu-se que, tempo de colheita exerce influência significativa sobre diversas características produtivas e qualidade das raízes de batata-doce e ainda, escolha do momento ideal para colheita pode impactar diretamente na qualidade nutricional das raízes. Os resultados servirão como base para ampliar novos estudos sobre a batata-doce, com foco em aspectos morfoagronômicos e nutricionais, contribuindo para o avanço científico e tecnológico da cultura no Brasil.

Palavras-chave: raiz tuberosa; produtividade; diversidade genética; descritores morfoagronômicos; MAPA.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) is a crop of great global relevance due to its versatility, high productivity and adaptability to different climatic and soil conditions. In Brazil, it has stood out both as a staple food and in several industrial and gastronomic applications. In addition, the crop has great potential for genetic improvement, with promising possibilities for developing new, more productive cultivars, resistant to biotic and abiotic stresses, and with specific characteristics, such as higher nutrient content, differentiated skin and pulp color, among others. This potential can contribute significantly to meeting the growing market demands and promoting greater sustainability in agriculture. In this sense, the objective of this study was to evaluate different sweet potato genotypes regarding morphoagronomic, physicochemical and nutritional performance. The experiment was conducted at Fazenda Água Limpa (FAL), of the University of Brasília (UnB), using a randomized block design (RBD), with nine replicates per genotype. Seventeen parameters of the vegetative part were analyzed 90 days after planting, in addition to the productivity and physicochemical characterization of the roots in three harvest periods (120, 150 and 180 days). The morphoagronomic characterization was performed based on the list of descriptors for the crop provided by the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA). The physicochemical analyses included moisture content, ash, soluble solids, total titratable acidity, starch, lipids, proteins and total carbohydrates. A statistically significant difference (at 1% probability by the F test) was observed between the genotypes and harvest times for the evaluated characteristics, number of commercial roots, number of non-commercial roots, total number of roots, commercial productivity, non-commercial productivity, total productivity, average length, average diameter, bark thickness, number of holes, total soluble solids, total titratable acidity, moisture content, starch content, protein content and total carbohydrates. There was no statistically significant difference in lipid levels between the times and genotypes evaluated. Regarding the characterization of the vegetative part, a wide morphological diversity was observed, with branch length ranging from 72 cm to 398.66 cm and internode diameter from 5.33 mm to 8.66 mm, in addition to anthocyanin pigmentation that varied between present and absent in the genotypes, as well as the color of branches and leaves that varied from green to purple. For the color of the skin and pulp, it was possible to observe varied color patterns, between beige, yellow, orange and purple. Regarding productivity aspects, the results indicated that commercial productivity increased over time, reaching 77.22 t/ha at 180 days. Genotypes such as G12K, G13C and G08N demonstrated higher commercial productivity. Non-commercial productivity was more expressive for G05F, G13C and G18O. In the physicochemical parameters, an increase in °brix was observed for the G01R and G06E genotypes, while the total titratable acidity increased significantly in the G06E genotype. The starch content varied from 86.50% to 90.94% at 150 days, reducing at 180 days. Total proteins and carbohydrates also showed variation between genotypes and harvest periods. It was concluded that harvest time exerts a significant influence on several productive characteristics and quality of sweet potato roots and that choosing the ideal time for harvesting can directly impact the nutritional quality of the roots. The results will serve as a basis for expanding new studies on sweet potato, focusing on morphoagronomic and nutritional aspects, contributing to the scientific and technological advancement of the crop in Brazil.

Keywords: tuberous root; productivity; genetic diversity; morphoagronomic descriptors; MAPA.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Disposição do experimento em campo, ilustrando o arranjo dos genótipos, parcelas e repetições a serem colhidas em três momentos distintos. Fonte: Autor. 32
- Figura 2:** Campo de avaliação de genótipos de batata-doce após 60 dias de plantio. Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF). Fonte: Autor. 33
- Figura 3:** **A.** Primeira colheita de batata-doce, 120 dias após o plantio na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF); **B.** Acondicionamento dos raízes em caixas separadas e identificadas por repetição. Fonte: Autor. 34
- Figura 4:** **A.** Disposição na mufla das cápsulas de porcelana contendo amostras secas após a análise de teor de umidade antes da incineração; **B.** Resíduo após a incineração das amostras. Fonte: Autor. 37
- Figura 5:** **A.** Compressão da amostra diretamente no prisma do refratômetro; **B.** Leitura da amostra no refratômetro digital portátil Pocket (Atago, Ribeirão Preto–SP). Fonte: Autor. 37
- Figura 6:** Dendrograma representando o agrupamento dos 18 genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita 120, 150 e 180 dias, com base nas variáveis agronômicas avaliadas no campo. O agrupamento foi realizado utilizando o método de ligação Ward e a matriz de dissimilaridade baseada na distância euclidiana. 59
- Figura 7:** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PnC), produtividade total (PT), número de raízes comerciais (RC), número de raízes não comerciais (RnC), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF) em relação aos três tempos de colheita. O número ao lado da sigla da variável refere-se o momento de colheita 120, 150 e 180 dias 1,2 e 3 respectivamente. Brasília-DF, UnB, 2024. 60
- Figura 8:** Dendrograma representando o agrupamento dos 17 genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita 150 e 180 dias, com base nas variáveis físico-químicas avaliadas. O agrupamento foi realizado utilizando o método de ligação Ward e a matriz de dissimilaridade baseada na distância euclidiana. 66
- Figura 9:** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis percentual de sólidos solúveis (°Brix), acidez total titulável (ATT), teor de umidade (TU), teor de cinzas (TC), teor de amido (TA), teor de proteínas (TP) análise de lipídios (TL) e carboidratos totais (CT) em relação aos dois tempos de colheita. O número ao lado da sigla da variável refere-se ao momento de colheita 150 e 180 dias 1 e 2 respectivamente. Brasília-DF, UnB, 2024. 67
- Figura 10:** Demonstração dos resultados obtidos a partir da análise de cor da polpa de batata-doce realizada no equipamento ColorQuest® XE batata-doce para os 17 genótipos cultivados na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF). 68

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Análises de variância para número de raízes comerciais (NRC), número de raízes não-comerciais (NRnC), produtividade comercial (PC), produtividade não-comercial (PnC), produtividade total (PT), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF), de diferentes genótipos de batata-doce em 120, 150 e 180 dias de colheita. UnB, Brasília-DF, 2024. 46
- Tabela 2:** Médias de produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PnC), produtividade total (PT) calculada a partir da soma das médias de produtividade comercial e não comercial de genótipos de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília-DF, 2024. 49
- Tabela 3:** Médias do número de raízes comerciais (NRC), número de raízes não comerciais (NRnC) e número de raízes totais (NRT) dado pela soma das raízes comerciais e não comerciais de genótipos de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília, 2024. 53
- Tabela 4:** Médias de comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF) para os 18 genótipos avaliados de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília, 2024. 55
- Tabela 5:** Médias de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (ATT) em 100mL de solução, teor de umidade (TU), teor de cinzas (TC), teor de amido (TA), teor de proteína (TP), teor de lipídios (TL), carboidratos totais (CT) calculados a partir da diferença dos teores de proteína, lipídios, umidade e cinzas de 100%, para os 17 genótipos avaliados de batata-doce, colhidos 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília, 2024. 62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Histórico da Cultura.....	11
3.2 Classificação Botânica.....	12
3.3 Morfologia	13
3.4 Formas de Propagação	15
3.5 Fenologia.....	17
3.6 Exigências Edafoclimáticas	19
3.7 Nutrição da Cultura da Batata-doce.....	21
3.8 Cultivares de Batata-doce	22
3.9 Colheita e Pós-colheita	23
3.10 Aspectos Nutricionais	25
3.11 Diferentes Usos da Cultura	26
3.12 Importância Econômica	27
3.12.1 Cenário Mundial	27
3.12.2 Cenário Nacional.....	27
3.13 Melhoramento Genético da Batata-doce.....	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 Localização da Área Experimental.....	31
4.2 Obtenção e Preparo do Material Genético	31
4.3 Instalação e Execução dos Experimentos em Campo	31
4.3.1 Preparo da Área.....	31
4.3.2 Plantio e Disposição das Parcelas	31
4.3.3 Tratos Culturais.....	32
4.3.4 Obtenção dos Dados Climatológicos	33
4.3.5 Caracterização Norfológica da Parte Vegetativa	33
4.3.6 Colheita.....	34
4.4 Desempenho Agrônomo Pós-colheita.....	34
4.4.1 Avaliação de Produtividade.....	35
4.4.2 Caracterização Física das Raízes	35

4.5 Caracterização Físico-química e Nutricional.....	35
4.5.1 Teor de Umidade.....	35
4.5.2. Teor de Cinzas	36
4.5.3 Percentual de Sólidos Solúveis	37
4.5.4 Acidez Total Titulável.....	37
4.5.5 Teor de Amido	38
4.5.6 Teor de Lipídios	39
4.5.7 Teor de Proteínas	40
4.5.8 Teor de Carboidratos Totais	42
4.5.9 Análise de Cor da Polpa	42
4.6 Delineamento Experimental.....	43
4.7 Análise Estatística	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1 Caracterização Morfológica da Parte Vegetativa.....	44
5.2 Desempenho Agronômico.....	45
5.3 Avaliação Físico-química	61
6. CONCLUSÕES.....	68
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXOS	78

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Ipomoea batatas* (L.) Lam., comumente denominada batata-doce, faz parte da família Convolvulaceae e foi registrada em 1753 por Lineu, porém com a designação de *Convolvulus batatas*. Mais tarde, Lamarck, ao examinar o pólen, reclassificou-a no gênero *Ipomoea* (Huamán, 1992). Originária da América Tropical, a sua distribuição estende-se do México até a Colômbia (Woolfe, 1992)

A batata-doce é uma hortaliça tuberosa amplamente difundida e cultivada em todo o território nacional. É uma cultura que se apresenta com um grande potencial econômico, principalmente se tratando de países em desenvolvimento. Possui diversas utilizações que vão desde o consumo de raízes ou folhas frescas até o processamento em ração animal, amido, farinha, macarrão, corantes naturais, doces e álcool. É uma cultura de clima temperado, de fácil cultivo e conhecida por sua ampla adaptação (Miranda et al., 1989; Miranda et al., 1995; Lebot, 2020).

A batata-doce possui um potencial produtivo elevado, gerando um grande volume de raízes em um ciclo relativamente curto, a um custo reduzido, tem uma resposta limitada à aplicação de fertilizantes crescendo bem em solos de baixa fertilidade e degradados. Apesar dessas características, a batata-doce se mostra vulnerável a diversas doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides, além de ser alvo de ataques de pragas, insetos e ácaros (Miranda et al., 1995; Silva et al., 2008; Rabello, 2010; Nobrega, 2015).

A planta possui uma notável diversidade genética, e esse aspecto pode ser justificado devido à presença de poliploidia, uma condição significativa na variabilidade e evolução dessa espécie. Isso causa modificações nos genomas e alterações na expressão gênica, levando ao surgimento de novos fenótipos (Moulin et al., 2012b; Roullier et al., 2013).

A investigação do potencial de clones de batata-doce requer pesquisas específicas no campo do melhoramento genético, abrangendo análises de desempenho, qualidade da raiz e resistência genética. Esse esforço visa identificar materiais promissores adaptados à região em que serão introduzidos (Peixoto et al., 1999).

É uma cultura que pode ser consumida integralmente, sendo a raiz é parte mais popular e de maior relevância econômica. No entanto, em alguns países, as folhas já foram incorporadas à dieta como uma alternativa alimentar acessível e eficaz, especialmente em regiões com escassez de alimentos (Nguyen et al., 2021; Alam, 2021). Nesse contexto, a planta apresenta uma ampla diversidade em termos de características morfológicas e organolépticas, o que é

particularmente interessante para programas de melhoramento, tornando essencial a caracterização dos genótipos.

A criação de bancos ativos de germoplasma tem o potencial de auxiliar na manutenção e conservação de acessos de germoplasma de batata-doce, com o objetivo de aprimorar e preservar a diversidade genética, já que os mesmos servem como um reservatório de genes. Além disso, os bancos de germoplasma disponibilizam informações preciosas sobre a cultura, que se mostram valiosas para melhoristas no desenvolvimento de pesquisas voltadas para o melhoramento de características desejáveis como resistência a insetos, fitopatógenos estresse hídrico, entre outros (Lebot, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar genótipos de batata-doce quanto ao desempenho morfoagronômico, físico-químico e nutricional.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o desempenho agrônômico dos genótipos de batata-doce diferentes tempos de colheita;

Caracterizar morfológicamente genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita;

Realizar análises físico-químicas e nutricionais dos genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico da Cultura

De acordo Austin (1987), acredita-se que o centro de origem da batata-doce seja o continente americano, entre a península de Yucatán, no México, e o rio Orinoco, na Venezuela. Na busca pela origem da batata-doce foram encontrados indícios datados de 8.000 a.C. da mesma, seca, em cavernas Canyon Chilca, no Peru (Engel, 1970; Ugent e Peterson, 1988; Woolfe, 1992; Piperno, 2011).

Ugent et al. (1981), descreve que foram encontradas raízes de batata-doce em um sítio arqueológico localizado no Vale Casma, situado na costa do Peru, datado entre 1785 e 1120 a.C. As constatações respaldadas pelos vestígios arqueológicos indicam que, a batata-doce era cultivada por comunidades pertencentes a etnias e culturas bastante diversas e já representava

uma cultura consolidada durante a era pré-colombiana e estaria disseminada por toda a América tropical, alcançando inclusive fronteiras das regiões subtropicais do continente, o que indicaria um extenso período evolutivo (Ritschel et al., 1999).

A diversidade de tipos e cores de raízes que atualmente são conhecidas, é resultado do extenso processo evolutivo, que combinou a seleção natural, manifestada pelo cultivo em diversos nichos ecológicos, a intervenção da seleção humana diversificada, guiada por costumes e crenças das diferentes comunidades que a cultivavam e ainda quanto às características biológicas particulares da espécie como a capacidade de reprodução sexuada e assexuada (Ritschel et al., 1999).

A propagação da planta na América do Norte ocorreu por meio de exploradores e comerciantes que percorriam terras, desde o México até o sul dos Estados Unidos, ou por vias marítimas, navegando das Índias Ocidentais até as colônias na costa leste dos Estados Unidos. A batata-doce foi plantada por colonos europeus na Virgínia já em 1648 d.C., na Carolina por volta de 1723 d.C. e na Nova Inglaterra aproximadamente em 1764 d.C. Na última parte do século XVIII, seu cultivo estava estabelecido em todos os estados do sul (Smith et al., 2009).

No território brasileiro, a batata-doce representa uma cultura ancestral, amplamente difundida e, de modo geral, é cultivada predominantemente por pequenos agricultores em sistemas agrícolas com baixa utilização de insumos (Souza, 2000). Segundo Austin (1987), a América do Sul é considerada o centro de origem secundário da batata-doce, por ser cultivada por populações indígenas muito antes da colonização (Monteiro et al., 2007).

3.2 Classificação Botânica

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma dicotiledônea pertencente à família Convolvulaceae que inclui aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, sendo que somente a batata-doce tem importância econômica significativa (Silva et al., 2008). As Convolvulaceae constituem uma família de plantas herbáceas e lenhosas, frequentemente trepadeiras, amplamente distribuídas em latitudes temperadas e tropicais, ocupando uma variedade extensa de habitats (Lebot, 2020). A planta foi primeiramente mencionada por Lineu em 1753 como *Convolvulus batatas*, contudo em 1791 Lamarck a classificou no gênero *Ipomoea* com base na configuração do estigma e na estrutura da superfície do pólen.

Muitas dessas espécies apresentam caules longos e rastejantes, sendo comuns em vegetação exuberante ou em ambientes abertos e mais secos, como dunas. O gênero *Ipomoea* é extenso, abrangendo aproximadamente 400 espécies, a maioria das quais são trepadeiras

herbáceas anuais e perenes, além de alguns arbustos eretos encontrados nos trópicos (Lebot, 2020).

3.3 Morfologia

A *Ipomoea batatas* é uma espécie hexaplóide, apresentando um total de 90 cromossomos ($2n = 6X = 90$). No entanto, dentro do próprio gênero *Ipomoea*, existem outras espécies que podem ser tetraploides, triploides e diploides. Pesquisas genéticas sugerem que a *Ipomoea trifida* é a espécie selvagem mais próxima da batata-doce cultivada, podendo ser considerada um potencial progenitor da espécie (Nimmakayala et al., 2011).

As teorias nesse contexto sugerem que a hibridação natural ocorreu entre *I. trifida* e *I. triloba*, ou que a hibridação entre *I. leucantha* e *I. litoralis* resultou na formação de uma versão triploide de *I. trifida*. Essa forma triploide, por meio de poliploidia espontânea, é postulada como o ancestral da batata-doce (Feng et al., 2018). Outro estudo corrobora que a espécie surgiu da autopoliploidia de um ancestral comum com *I. trifida* (Roullier et al., 2013).

Esta espécie é capaz de se reproduzir tanto de forma sexuada quanto assexuada (Huaman, 1992; Shen et al., 2019; Srisuwan et al., 2019). O sistema de autoincompatibilidade na espécie resulta em polinização cruzada, promovendo assim um elevado nível de heterozigose. A polinização é geralmente realizada por insetos, enquanto a autofecundação é uma ocorrência rara (Oliveira et al., 2002).

As hastes da planta apresentam um padrão de crescimento rastejante ou entrelaçado, e possuem látex em todas as partes. Os caules podem ser prostrados ou ascendentes, frequentemente torcidos, com diâmetro fino variando entre 3 e 10 mm. Os entrenós, têm comprimento que varia de 2 a 20 cm e podem ser glabros (sem pelos) ou pubescentes, exibindo uma coloração que vai do verde-claro ao roxo. Os caules longos e finos espalham-se pela superfície e desenvolvem raízes nos nós que entram em contato com o solo. O comprimento total do caule pode variar de 1 a 5 metros, dependendo do genótipo da planta (Lebot, 2020).

As folhas apresentam uma notável variedade, inclusive dentro da mesma planta, dependendo da fase de desenvolvimento. Estão arranjadas em espiral, seguindo uma filotaxia de 2/5. São simples, sem estípulas, e têm pecíolos que medem entre 5 e 30 cm de comprimento. Suas lâminas, em sua maioria, têm formato oval, podendo ser inteiras ou profundamente lobadas de maneira digital, com a base geralmente cordada. As pontas das folhas podem ser agudas ou obtusas, e a presença de pubescência nas folhas varia. A coloração das folhas também exibe grande variabilidade, indo desde verde-claro até um roxo profundo, por vezes com manchas roxas na base ou veias verdes, ou roxas na parte inferior (Huamán, 1999; Lebot, 2020).

As flores podem surgir solitárias ou em cachos de até 22 botões, desenvolvendo-se nas axilas das folhas. Seus pedúnculos apresentam uma extensão variável de 3 a 15 cm. Cada botão floral é composto por cinco sépalas, cinco pétalas, cinco estames e um pistilo composto. Há também duas brácteas pequenas e lanceoladas. O cálice exibe cinco lóbulos profundos, com cerca de 1 a 2 cm de comprimento, enquanto a corola assume uma forma típica de funil, com dimensões de 3 a 6 cm de comprimento e 2 a 5 cm de diâmetro (Lebot, 2020).

As cores das flores variam de rosa-claro a roxo profundo na região da garganta, sendo mais claras nas margens. Os estames, cinco no total, são fixados na base da corola e possuem comprimentos variáveis. Tanto os filamentos quanto as anteras são brancas, e o ovário, bicelular, é cercado por um nectário de cor laranja (Lebot, 2020).

Os frutos da batata-doce são cápsulas que podem ser glabras ou hirsutas, deiscentes, com um diâmetro que varia de 5 a 10 mm. Cada cápsula contém até quatro sementes, embora geralmente apenas uma ou duas estejam completamente desenvolvidas. Estas sementes são de cor marrom ou preta, glabras, angulares, e apresentam aproximadamente 2–3 mm de comprimento. A testa das sementes é bastante dura, e os cotilédones são bilobados, planos de um lado e convexos do outro (Huamán, 1999; Lebot, 2020).

Quando o tegumento das sementes é escarificado, seja mecanicamente ou quimicamente, e as condições para a germinação são favoráveis, o embrião cresce rapidamente, aparentemente sem um período de dormência. Após a germinação, a radícula surge primeiro, crescendo para baixo e desenvolvendo-se no sistema radicular primário. O hipocótilo então eleva os cotilédones acima da superfície do substrato (Huamán, 1999; Lebot, 2020).

A planta gera dois tipos distintos de raízes: as raízes absorventes, encarregadas de absorver nutrientes e água, além de proporcionar fixação no solo; e as raízes de reserva ou tuberosas, responsáveis por armazenar produtos fotossintéticos, e constituindo o principal produto da cultura. As raízes absorventes têm origem no meristema cambial nos nós e entre nós, são abundantes e altamente ramificadas (Silva et al., 2021).

A batata-doce produz raízes de armazenamento que apresentam arranjo celular idêntico a uma raiz primária com feixe vascular radial. As batatas desenvolvem um sistema radicular extenso e fibroso, que se origina dos nós da estaca. Cada planta produz entre cinco e dez raízes de armazenamento, resultantes do espessamento das raízes adventícias. Essas raízes se desenvolvem abaixo e em proximidade às hastes basais. Mesmo dentro da mesma variedade, as raízes podem variar em número por planta, assim como em tamanho e forma dentro da

mesma planta e entre plantas do mesmo clone crescendo próximas umas das outras no mesmo campo (Huamán, 1999; Lebot, 2020).

As raízes podem exibir diferentes formas, como arredondadas, oblongas, fusiformes ou alongadas. Podem apresentar veias, dobras e ter uma superfície de pele lisa ou rugosa. A coloração da pele, casca e polpa varia entre roxo, salmão, amarelo, creme ou branco. A tonalidade arroxeadada resulta da presença do pigmento antocianina, enquanto a cor amarela-alaranjada é atribuída à concentração de betacaroteno (Huamán, 1999; Silva, 2008).

3.4 Formas de Propagação

Além de florescer e gerar frutos contendo sementes que, segundo Roullier et al. (2013a), vem desempenhando um papel importante no processo de diversificação da batata-doce, empregadas em trabalhos de melhoramento genético. As sementes botânicas de batata-doce enfrentam dificuldades na absorção de água devido ao tegumento duro e espesso que impede a germinação. Portanto, para superar essa barreira, é necessário realizar escarificação química, no qual as sementes são acondicionadas em ácido sulfúrico (Silva et al., 2021).

Para além da produção de mudas por meio da semente botânica (reprodução sexuada), a batata-doce tem a capacidade de emitir raízes e brotos a partir de várias partes dela, por meio de processos vegetativos de multiplicação, conhecidos como métodos de clonagem sendo eles: mudas, batatas e estaca/ramas-semente. Estes métodos resultam em plantas que são geneticamente idênticas à planta mãe, possibilitando a formação de lavouras com características uniformes (Miranda et al., 1995; Brune et al., 2005).

As mudas são geradas a partir de plantas matrizes livres de patógenos, cultivadas em viveiros. A partir delas são obtidas plantas que podem ser propagadas em campo. No contexto do cultivo em viveiro, diversos elementos se mostram indispensáveis: à garantia de uma distância mínima (isolamento) em relação a outras áreas de produção, contudo, ainda não há um padrão estabelecido para essa medida de isolamento; a implementação de um sistema de abertura da estufa para ventilação em dias quentes; a utilização de telas antiafídeos; a criação de calçadas ao redor do matrizeiro para prevenir a entrada de água da chuva, terra e insetos vetores de doenças; a instalação de um pedilúvio; a utilização de bancadas suspensas, dentre outros. Atualmente, há plantas saudáveis disponíveis para aqueles que desejam realizar esse investimento (Silva et al., 2021). Futuramente, será possível realizar testes regulares do material em viveiros para garantir a sanidade antes de sua utilização para propagação no campo (Lebot, 2020).

Segundo Silva et al. (2021), nas regiões Sudeste e Sul, onde o inverno é mais rigoroso e há uma menor disponibilidade de ramas vindas de lavouras comerciais, devido ao menor desenvolvimento da parte aérea, é comum que se opte por mudas provenientes de raízes como alternativa de material propagativo.

Diferentemente da batata comum e de outras espécies tuberosas, a raiz da batata-doce não contém gemas ou qualquer outra estrutura diferenciada na polpa enquanto está ligada à planta. Após a colheita, a raiz inicia um processo interno de transformação na região vascular, onde são geradas gemas a partir dos tecidos meristemáticos (Brune et al., 2005).

Brune et al. (2005), recomenda armazenar as batatas em um local fresco e ventilado por alguns dias antes de utilizá-las para multiplicação para que possa ser realizado o processo de cura. Miranda et al. 1995, ressalta ainda que, a utilização de raízes tuberosas na propagação apresenta uma grande desvantagem, por serem propícias a propagação de pragas e doenças. Podendo, por exemplo, abrigar galerias formadas por insetos, e no seu interior podem conter ovos, larvas ou insetos adultos.

Mesmo feridas, manchas e deteriorações aparentemente insignificantes têm o potencial de disseminar fungos e bactérias, contaminando, assim, a nova área de plantio com doenças. Externamente, as batatas também podem transportar resíduos de solo contaminado por fungos, bactérias, larvas ou massas de ovos de nematóides (Brune et al., 2005).

A escolha do lote de raízes a serem utilizadas como material de propagação deve ser feita buscando maior homogeneidade, isentas de defeitos e sadias, com o objetivo de alcançar uma adequada padronização. Deve-se evitar lesões nas raízes, caso ocorra, aplicar cal virgem. Essas raízes são dispostas em leiras e recobertas por aproximadamente 3 cm de solo (Silva et al., 2021).

A irrigação deve ser controlada a fim de evitar o encharcamento do solo, mantendo seu nível controlado para prevenir o apodrecimento das raízes. Como alternativa, pode-se escolher o cultivo em túneis baixos com plástico transparente para elevar a temperatura nas leiras e estimular o surgimento de ramas. Quando essas brotações atingem cerca de 20 cm, estarão prontas para serem cortadas e transferidas diretamente para a área definitiva destinada à produção (Silva et al., 2021).

Em outras áreas do Brasil onde as condições climáticas possibilitam um crescimento vegetativo robusto durante todo o ano, as mudas são frequentemente coletadas de plantações comerciais, sendo em forma de pontas de brotos (região apical) com seis a oito nós e um comprimento aproximado de 30 cm (Silva et al., 2021).

Essas partes do caule, também denominadas ramas ou ramas-semente, desempenham um papel significativo no plantio comercial da batata-doce. Aconselha-se a coleta dessas ramas-semente em lavouras com até 90 dias após o início do plantio, removendo um ou dois segmentos por haste, começando pela extremidade (Miranda et al., 1995; Brune et al., 2005).

As ramas possuem a capacidade de iniciar a produção de raízes em um período relativamente curto, variando entre dois e cinco dias, dependendo das condições de temperatura e da maturidade do tecido. O processo de enraizamento é mais ágil em ambientes com temperaturas elevadas. As ramas provenientes de seções mais antigas da planta necessitam de mais tempo para desenvolverem as raízes e a parte aérea (Brune et al., 2005).

Ademais, além de serem constituídas por tecidos mais robustos, nas brotações mais antigas há uma probabilidade maior de estarem contaminadas com fungos ou pragas, visto que estão mais próximas do solo, expostas por um período mais prolongado aos respingos de água e sujeitas a um maior tempo de exposição a ataques e à postura de insetos (Brune et al., 2005).

De acordo com Silva et al. (2021), a retirada das ramas não enfraquece a planta sujeita aos cortes, pois as folhas restantes são suficientes para dar continuidade ao desenvolvimento, resultando rapidamente na formação de novas ramas. Entre as vantagens do uso das ramas-semente, destaca-se a maior saúde devido à menor incidência de pragas e doenças, especialmente as viroses; aprimoramento na qualidade e um aumento na produtividade desse tipo de material propagativo, assegurando a uniformidade nas áreas de plantio.

3.5 Fenologia

O ciclo de crescimento da batata-doce pode ser segmentado em três fases: uma etapa inicial na qual se verifica o crescimento das raízes adventícias, uma fase intermediária na qual se inicia o processo de formação das raízes tuberosas e a fase conclusiva, marcada pelo armazenamento de fotoassimilados nas raízes tuberosas (Queiroga et al., 2007). As três fases ocorrem em um intervalo que oscila entre 90 a 150 dias. A extensão do ciclo está condicionada à variedade e às condições do ambiente (Silva et al., 2021).

Na fase inicial, ocorre um desenvolvimento gradual das ramas e um crescimento acelerado das raízes jovens. Três categorias de raízes emergem, sendo que a maioria delas se forma a partir do sistema radicular fibroso inicial gerado pelas ramas (Silva et al., 2021). Contudo, em situações de plantas aglomeradas, algumas das raízes mais espessas, originadas nos nós dos caules, também gerarão raízes de armazenamento (Lebot, 2020).

Entre 1 e 4 semanas após o plantio observa-se um aumento veloz tanto no número de raízes pigmentadas quanto não pigmentadas. Conforme a composição do solo e as

circunstâncias do cultivo, essas raízes podem atingir até 2 m de profundidade, ou até mesmo ultrapassar. Essa penetração mais profunda possibilita a resistência às condições de seca, pois o sistema radicular absorve água das camadas mais profundas do solo. Caso o ambiente propicie, as raízes jovens e espessas transformam-se em raízes de armazenamento (Lebot, 2020)

O processo de desenvolvimento da raiz tuberosa compreende a fase intermediária e costuma ser iniciado quatro semanas após o plantio no solo, embora seja mais comum ocorrer entre 4 e 6 semanas, dependendo da variedade e das condições do ambiente. A existência de condições ambientais favoráveis durante o primeiro mês após o plantio é essencial para o início da formação das raízes tuberosas (Silva et al., 2021). Ao término desta etapa, as ramas atingem pleno desenvolvimento, exibindo uma vasta superfície foliar (Lebot, 2020).

As raízes absorventes também atingem seu pleno desenvolvimento, apresentando um sistema radicular completamente ramificado, que se aprofunda consideravelmente no solo. Entre 30 e 80 dias após o plantio, observa-se um aumento médio significativo no número de raízes mais espessas, acompanhado por uma redução no número total de raízes. O intervalo entre 50 e 80 dias após o plantio é crucial para a produção de raízes (Lebot, 2020).

O desenvolvimento da planta atinge comumente o ápice da segunda para a terceira etapa do ciclo. Nesse período, a porção acima do solo torna-se notavelmente chamativa. Posteriormente, a quantidade de folhas diminui, uma vez que a planta move os fotoassimilados em direção às raízes tuberosas, em detrimento da criação e sustentação das folhas. Além disso, carboidratos gerados nas folhas são transferidos para as raízes tuberosas (Silva et al., 2021).

Aproximadamente sete semanas após o plantio, cerca de 80% das raízes tuberosas terão se formado, e entre 8 e 12 semanas após o plantio, a planta interrompe a geração de novas raízes tuberosas. A partir desse momento, se inicia a fase de finalização e quase toda a energia é destinada ao aumento do diâmetro das raízes tuberosas (Silva et al., 2021).

De acordo com Lebot (2020), diferentemente do crescimento das ramas e da formação de raízes, o desenvolvimento das raízes de armazenamento necessita da criação de um número relativamente reduzido de células, enquanto simultaneamente deposita volumes substanciais de grãos de amido e caroteno nos tecidos de armazenamento. Nessa etapa, a planta de batata-doce armazena todos os carboidratos que produz.

Durante o desenvolvimento das raízes de armazenamento, a sacarose gerada nas folhas é deslocada para as raízes de armazenamento, onde é convertida em glicose. Essa glicose, por sua vez, é então transformada em amido, o qual é armazenado nos tecidos de armazenamento da raiz (Edmond et al., 1971).

As raízes de armazenamento podem passar por períodos de crescimento interrompido devido a condições desfavoráveis e continuar a crescer assim que essas condições melhorarem (Lebot, 2020). Quando muitas raízes tuberosas são formadas por planta, geralmente resulta em raízes com peso reduzido, enquanto poucas raízes por planta tendem a ser de maior tamanho (Silva et al., 2021).

3.6 Exigências Edafoclimáticas

Apesar de a batata-doce ser uma planta de origem tropical e apresentar boa adaptabilidade a variados cenários, a eficiência produtiva pode ser diminuída por diversos fatores abióticos, especialmente se esses fatores surgirem desde o início da formação das raízes tuberosas até o seu desenvolvimento total. Dessa forma, a temperatura, a disponibilidade hídrica e a luminosidade são os elementos que mais impactam na produtividade e na qualidade da batata-doce (Silva et al., 2021).

A temperatura é um dos elementos que exerce maior impacto sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, sendo que tanto temperaturas elevadas quanto temperaturas reduzidas resultam em prejuízos irreversíveis à produtividade e qualidade das raízes tuberosas. Essa situação ocorre em razão de alterações fisiológicas, como aquelas relacionadas à síntese hormonal e à fotossíntese (Ravi et al., 1999). A temperatura ótima para o desenvolvimento das raízes situa-se em aproximadamente 25 °C, havendo interrupção do crescimento em temperaturas inferiores a 15 °C e superiores a 35 °C (Ravi et al., 2009; Spence e Humphries, 1972; Villavicencio et al., 2007).

Em regiões com temperaturas abaixo de 10 °C, o desenvolvimento vegetativo reduz ou cessa, resultando em uma queda na produtividade. Em áreas de clima temperado, é recomendável realizar o plantio da batata-doce no mínimo cinco meses antes do início das primeiras geadas. A produção de matéria fresca cresce em consonância com o aumento da temperatura do solo (Miranda et al., 1995).

A depender da cultivar, quanto mais elevadas forem a temperatura e a intensidade luminosa, menor será o ciclo da cultura. Em áreas ou períodos mais quentes, a batata-doce desenvolve raízes com níveis mais altos de açúcar e menor teor de amido. No entanto, se essa mesma cultivar for plantada em um ambiente ou época mais frios, o conteúdo de açúcar será reduzido, enquanto o teor de amido aumentará (Miranda et al., 1995).

Segundo Ravi et al. (2009), ainda não está esclarecido o papel do fotoperíodo na dinâmica da indução e crescimento das raízes tuberosas da batata-doce. A radiação solar representa outro fator climático crucial no desenvolvimento das raízes (Villordon et al., 2009).

Após o início do processo de formação dos raízes, a eficiência produtiva está ligada à habilidade da parte aérea da planta em gerar substâncias assimiladas e transportá-las para as raízes (Somasundaram e Mithra, 2008).

Em sistemas de cultivo não irrigado, implementados durante o período chuvoso, a existência de períodos nublados ou chuvosos pode impactar a disponibilidade de radiação. Quando o plantio é conduzido em conjunto com culturas mais altas em sistemas consorciados, como ocorre com o milho, há o fenômeno de sombreamento, resultando na redução da radiação. Nessas circunstâncias, nota-se uma diminuição na produção total de matéria seca, especialmente das raízes tuberosas (Silva et al., 2021).

A planta pode suportar um sombreamento de até 25% sem efeitos significativos na produtividade. Contudo, em situações de sombreamento acima de 40%, ocorre uma redução tanto na produção total quanto na biomassa das raízes tuberosas, além de um atraso no início da formação das raízes de armazenamento. O impacto da sombra é menos acentuado no crescimento da parte aérea quando comparado com o desenvolvimento das raízes tuberosas (Silva et al., 2021).

Assim sendo, elevados índices de radiação solar têm um impacto favorável na produtividade das raízes, uma vez que essa variável constitui a fonte energética para a fotossíntese. Ao longo do período de crescimento das raízes tuberosas, níveis elevados de radiação solar, quando associados a temperaturas apropriadas, resultam em uma maior produção total de matéria seca e, por conseguinte, contribuem para o rendimento das raízes tuberosas (Conceição et al., 2004).

Quanto à exigência hídrica, a batata-doce necessita de aproximadamente 500 mm de água durante um ciclo de cultivo de 110 a 140 dias (Chukwu, 1995). A batata-doce apresenta uma resistência considerável à escassez de água. No entanto, é aconselhável realizar a irrigação quando os cultivos são realizados durante períodos de estiagem ou em situações de prolongada ausência de chuvas (Miranda et al., 1995).

Para obter colheitas bem-sucedidas, a necessidade semanal de água na etapa inicial (até cerca de 30 dias após o plantio) e na fase final (de 90 a 120 dias após o plantio) é de 20 mm. Em contrapartida, durante o intervalo que se estende dos 30 aos 90 dias, a exigência hídrica é de 40 mm por semana, sendo o período crucial entre os 40 e 55 dias após o plantio (Miranda et al., 1995; Silva et al., 2021). Na prática, é aconselhável realizar a irrigação duas vezes por semana até completar 20 dias, reduzindo para uma vez por semana entre os 20 e 40 dias, e

espaçando para cada duas semanas após os 40 dias até o momento da colheita (Miranda *et al.*, 1995).

Em contrapartida, quando a batata-doce é cultivada em ambientes encharcados ou em uma solução de cultura, não desenvolve raízes de armazenamento. A diminuição na produção de raízes em condições de campo com excesso de umidade ocorre devido à falta de oxigênio na região radicular. A escassez de oxigênio no solo é presumivelmente mais prejudicial quando ocorre no estágio final do ciclo de crescimento, após a formação completa das raízes de armazenamento e durante a fase de enchimento (Lebot, 2020; Miranda *et al.*, 1995; Silva *et al.*, 2021).

A batata-doce prospera e apresenta bom rendimento em solos variados, abrangendo desde os franco-arenosos até os mais argilosos (podzólicos). No entanto, são tidos como preferíveis os solos mais leves, soltos, bem estruturados, com fertilidade média ou alta, boa drenagem e adequada aeração. Nestas condições, as raízes manifestam uniformidade, possuindo mínima aderência de terra na superfície, resultando em uma aparência mais aprimorada (Miranda *et al.*, 1995).

Segundo Silva *et al.* (2021), terrenos arenosos são altamente recomendados para o cultivo da batata-doce. Esses solos possibilitam uma drenagem mais eficaz, respondem de maneira superior à adubação, favorecem o desenvolvimento lateral das raízes, a formação de batatas mais homogêneas e, acima de tudo, viabilizam a colheita com menor incidência de danos.

Para garantir um crescimento uniforme das raízes, é essencial elevar o nível do solo por meio da criação de leiras (camalhões) ou canteiros, especialmente em regiões da propriedade com cotas mais baixas suscetíveis a encharcamento e em solos mais compactos, como os argilosos Silva *et al.* (2021). A elevação de leiras ou canteiros desempenha um papel crucial, assegurando uma adequada drenagem e simplificando o processo de colheita. A colheita de plantas de batata-doce cultivadas em terrenos planos torna-se desafiadora. As dimensões e altitudes das leiras ou canteiros apresentam ampla variação, dependendo da região e das preferências do agricultor (Lebot, 2020).

3.7 Nutrição da Cultura da Batata-doce

A batata-doce demanda significativamente nutrientes, tornando a adubação química crucial para prover ou reabastecer os elementos retirados pela cultura anterior. A aplicação de calcário e o uso de fertilizantes desempenham papel essencial na busca por elevadas produtividades, devendo ser conduzidos de maneira equilibrada para promover o

condicionamento do solo e atender às necessidades da planta. Dada a rusticidade da batata-doce, é aconselhável evitar excessos na adubação, os quais não proporcionam benefícios e, pelo contrário, apenas aumentam os custos de produção (Silva et al., 2021).

A prática do cultivo de batata-doce revela sua habilidade para se desenvolver e gerar uma produção relativamente satisfatória em ambientes nos quais outras culturas apresentaram restrições no crescimento e na produtividade. Os maiores incrementos na produtividade da batata-doce, em decorrência da adubação mineral, estão vinculados a solos com fertilidade extremamente baixa (Silva et al., 2021).

Quando a batata-doce é plantada em rotação com outras culturas submetidas à adubação mineral ou em solos mais ricos, a aplicação de fertilizantes minerais não resulta em aumentos significativos na produção. No entanto, em situações de baixa fertilidade do solo, geralmente, a batata-doce responde de maneira mais eficaz à adubação com potássio do que à adubação com nitrogênio (N) e fósforo (P) (Oliveira et al., 2005; Oliveira et al., 2006; Brito et al., 2006).

3.8 Cultivares de Batata-doce

A lista de cultivares de batata-doce do Registro Nacional de Cultivares mostra uma variedade de genótipos resultantes de pesquisas isoladas, predominantemente de natureza regional e, em sua maioria, derivadas de escolhas feitas a partir de bancos de germoplasma ou de genótipos de agricultores (Silva et al., 2021). É frequente deparar-se com uma cultivar idêntica sob designações distintas, ou com cultivares diversas compartilhando o mesmo nome. Por exemplo, existem dezenas de variedades denominadas “Rainha” (Miranda et al., 1995).

As variedades sugeridas estão intimamente ligadas à localidade e ao período de plantio, às práticas de adubação, à finalidade da produção e aos gostos do público consumidor (Miranda et al., 1995). As cultivares apresentam distinções em termos de potencial de produção, ciclo de crescimento, requisitos edafoclimáticos, tamanho da planta e sua estrutura, assim como no formato e coloração das raízes. Além disso, divergem em resistência a pragas e doenças, necessidades nutricionais e práticas culturais (Miranda et al., 1995).

A diversidade se estende à coloração da polpa (branca, creme, amarela, laranja e roxa) e da película externa (branca, creme, amarela, laranja, rosa, vermelha e roxa), bem como no formato da raiz (oblonga, obovada, ovada, longa irregular, longa elíptica, longa oblonga, redonda e redonda elíptica), e características como formato e cor das folhas, entre outras (Silva et al., 2021).

Escolher e disponibilizar variedades de batata-doce mais precoces, com maior eficiência agrônômica e adaptadas a diversas regiões geográficas de cultivo, têm o potencial de elevar a

produtividade e a qualidade das raízes. Isso pode diminuir a sazonalidade e, por conseguinte, influenciar o valor de mercado, tornando o produto mais acessível para a população de menor poder aquisitivo (Silva et al., 2021). Genótipos escolhidos e adaptados a condições ambientais específicas são fundamentais para aprimorar a eficácia dos procedimentos de produção (Melo et al., 2020b).

Isso porque, uma condução adequada do material de plantio, a utilização de plantas saudáveis e a adoção de genótipos que demonstrem alto rendimento, resistência a insetos e possuam raízes saudáveis podem contribuir de maneira positiva para o aumento dos índices produtivos desta cultura (Amaro et al., 2019; Massaroto et al., 2014; Silva et al., 2015).

3.9 Colheita e Pós-colheita

Existem diversas abordagens para determinar o instante de colheita ou maturação da batata-doce, uma vez que, por ser uma raiz, não alcança maturação no sentido estrito do termo, a planta não atinge a maturidade e prosseguirá seu crescimento enquanto mantiver folhas verdes. A definição desse momento pode ser realizada com base na finalidade da produção e na demanda do produto pelo mercado, por meio de amostragem e escavação de algumas plantas. (Miranda et al., 1995; Lebot, 2020)

A decadência da folhagem não pode ser empregada como um sinal do momento da colheita e, nesse sentido, a avaliação precisa da maturidade da batata-doce é desafiadora. Caso as raízes de armazenamento não sejam colhidas quando maduras, a planta pode entrar em um processo de regeneração. O início da fase regenerativa pode ocorrer tão cedo quanto 100 dias após o plantio, variando conforme o genótipo e as condições ambientais (Lebot, 2020).

No contexto do consumo humano, a colheita deve ser realizada assim que as raízes atingirem o tamanho ideal requerido ou aceito pelo mercado. Geralmente, isso ocorre entre 110 e 165 dias após o plantio, variando conforme a localidade, época de plantio, tipo de cultivar, espaçamento e adubação (Miranda et al., 1995; Lebot, 2020).

Antes da etapa de colheita, é necessário realizar o corte das ramas. Essa atividade pode ser executada manualmente, com uma enxada ou mecanicamente, utilizando discos ou ganchos adaptados à frente do trator para efetuar o corte e a remoção das ramas. Após a poda, a colheita das batatas deve ser realizada de maneira ágil, uma vez que, as raízes e os resquícios de ramas iniciam o processo de brotação, resultando na perda do sabor do produto (Miranda et al., 1995).

A batata-doce pode ser colhida manualmente, de maneira semimecânica ou totalmente mecanizada. Conforme Miranda et al. (1995), há uma variedade de implementos que podem ser

empregados na colheita, como o arado de aiveca, o arado de disco e o sulcador. As máquinas utilizadas na colheita de batatinha podem ser aplicadas com eficácia na colheita da batata-doce.

Assim como outras hortaliças, é fundamental realizar a colheita da batata-doce com cuidado, evitando danos mecânicos e o armazenamento em caixas ásperas e excessivamente carregadas. A delicadeza da pele fina das raízes de batata-doce propicia o surgimento de abrasões e outras lesões, as quais afetam a qualidade pós-colheita e a vida útil do produto (Silva et al., 2021).

Após a colheita, as batatas são deixadas ao ar livre para secar, durante um intervalo que varia de 30 minutos a três horas. A duração da exposição ao sol deve ser reduzida em condições de temperatura mais elevada. Posteriormente, as batatas são transportadas para um galpão. Caso seja necessário armazenar, para atender a demandas de mercados mais rigorosos, é indispensável realizar o processo de cura (Miranda et al., 1995).

Quando necessário, as raízes devem passar pelo processo de cura imediatamente após a colheita. A cura das raízes refere-se à etapa de cicatrização de lesões, que compreende a suberização, seguida da formação de periderme cicatricial. A suberização envolve a deposição de suberina, um polímero lipídico-fenólico, em camadas celulares abaixo da superfície da lesão (Lebot, 2020; Silva et al., 2021).

De acordo com Miranda et al. (1995), o procedimento de cura inicia-se pela classificação e acondicionamento das batatas em caixas, a fim de evitar manipulações durante e após a cicatrização. Posteriormente, as caixas são colocadas em um ambiente de elevada temperatura (28 a 30 °C) e umidade relativa (85 a 90%), por um período que varia de quatro a sete dias. Após essa etapa, as batatas podem ser armazenadas em um ambiente com temperatura mais moderada (13-16 °C), alta umidade relativa do ar (85-90%) e boa circulação de ar. Dessa maneira, é possível conservar as batatas por um período de 100 dias ou mais. Deve-se ter precaução para evitar quedas de temperatura abaixo de 12 °C, pois isso pode resultar em defeitos na polpa.

Essa técnica é uma das maneiras mais eficazes de minimizar a perda de umidade das raízes e resguardá-las contra doenças durante o armazenamento, ao mesmo tempo que facilita a síntese de enzimas responsáveis pelo desenvolvimento do aroma e sabor durante o cozimento (Silva et al., 2021). A batata-doce, quando armazenada, converte o amido em açúcar, com uma reduzida perda de matéria seca, aprimorando o paladar. Caso ocorra brotação durante o armazenamento, as batatas tornam-se insípidas, desprovidas da doçura característica, fibrosas e inadequadas para o consumo (Miranda et al., 1995).

3.10 Aspectos Nutricionais

A batata-doce é uma excelente fonte de nutrientes e de energia, sendo uma das plantas com maior capacidade de produzir energia por hectare e por dia do que o trigo, o arroz ou a mandioca (Lebot, 2020). Se mostra altamente nutritiva devido aos teores de carboidratos e betacaroteno, um precursor das vitaminas A, C e do complexo B e E, além de minerais como potássio, cálcio e ferro. Nas variedades de raízes com polpa roxa, destaca-se a presença de antocianina, um pigmento antioxidante com benefícios para a saúde. Além disso, contém também grande quantidade de metionina, o qual é um dos aminoácidos essenciais para o bem-estar dos seres humanos (Miranda et al., 1989; Miranda et al., 1995; Silva et al., 2021).

Ao ser colhida, a batata-doce contém aproximadamente 30% de matéria seca, a qual engloba, em média, 85% de carboidratos, sendo o amido o componente predominante. De acordo com Kalkmann (2011), A batata-doce apresenta, em média, cerca de 70% de umidade, 0,61% de fibras, 26% de carboidratos e 1,05% de cinzas. Se comparada a outras estruturas vegetais ricas em amido, destaca-se por apresentar teores superiores de matéria seca, carboidratos, lipídios, cálcio e fibras em relação à batata (*Solanum tuberosum*), mais carboidratos e lipídios em comparação ao inhame o (*Colocasia esculenta L*), e maior quantidade de proteína do que a mandioca (*Manihot esculenta*) (Folquer, 1978; Woolfe, 1992).

Conforme indicado por Conceição et al. (2004), a constituição da batata-doce pode oscilar de acordo com a variedade, as condições do clima, o período e fase de colheita, a duração e as condições de armazenamento, além dos tratos culturais. Do ponto de vista nutricional, a raiz da batata-doce se destaca principalmente por sua elevada densidade energética.

De acordo com Miranda et al. (1995), trata-se de uma cultura abundante em carboidratos (variando de 13,4% a 29,2%), especialmente amido, e em açúcares redutores (de 4,8% a 7,8%). A cada 100 gramas da raiz correspondem de 110 a 125 calorias, com baixos índices de proteína (de 2,0% a 2,9%) e gorduras (de 0,3% a 0,8%). Além disso, a batata-doce atua como fonte mineral, proporcionando, a cada 100 gramas, quantidades significativas de cálcio (30 mg), fósforo (49 mg), potássio (273 mg), magnésio (24 mg), enxofre (26 mg) e sódio (13 mg). Apesar do teor proteico ser geralmente reduzido (1-2% da massa seca), a composição de aminoácidos essenciais é bastante adequada, com uma considerável quantidade de metionina, um aminoácido essencial para a saúde humana (Miranda et al., 1995; Ritschel et al., 1999; Kalkmann, 2011).

A batata-doce exibe um notável potencial no organismo humano em atuar como agente preventivo de enfermidades associadas à deficiência de vitamina A, devido à presença de

carotenoides, sendo eles os pigmentos responsáveis por conferir tonalidades laranja, vermelha e amarela aos vegetais. No caso das raízes de batata-doce, destaca-se a presença do betacaroteno, o qual representa o precursor mais eficiente de vitamina A encontrado em plantas (Kalkmann, 2011).

Dessa forma, variedades de batata-doce que apresentem concentrações mais elevadas desse nutriente podem contribuir para mitigar essa carência alimentar, uma vez que se trata de um produto de custo acessível e que agrada ao paladar da população brasileira. Após ser consumido pelo corpo humano, o betacaroteno se converte em vitamina A, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento dos órgãos visuais, na formação da pele e no crescimento corporal (Melo et al., 2011).

3.11 Diferentes Usos da Cultura

No que se refere ao consumo humano, as raízes recém-colhidas podem ser cozidas, assadas ou fritas. Ao passar pelo processamento, têm a possibilidade de serem enlatadas, transformadas em purês, doces, sobremesas, farinha e macarrão. Embora o mercado brasileiro esteja focado principalmente no consumo humano a partir de raízes frescas, observa-se um crescente interesse no processamento para a produção de batata-doce chips e doces tipo marrom glacê (Miranda et al., 1995; Silva et al., 2021).

Na área industrial, a batata-doce serve além de insumo para a fabricação de doces (marrom-glacê), pães, álcool para a produção um amido de excelência, utilizado na produção de tecidos, papel, produtos cosméticos, adesivos e glucose (Miranda et al., 1995). O uso como matéria-prima para os setores de processamento alimentício, e novas aplicações estão impulsionando uma maior necessidade para essa cultura (Lebot, 2020).

Se tratando do uso batata-doce na alimentação animal, tanto as raízes quanto as ramas podem, igualmente, ser direcionadas para a nutrição, especialmente de bovinos e suínos, quer estejam frescas ou como forragem (apenas as ramas) (Miranda et al., 1995). As raízes são empregadas principalmente como fonte de energia, devido ao teor reduzido de proteína. Contudo, as ramas, que apresentam uma média de 11,4% de proteína na matéria seca, também podem ser aproveitadas (Massaroto, 2008). No Brasil, a utilização das ramas de batata-doce na alimentação animal ainda é realizada em uma escala bastante restrita. Assim como o Brasil, a China também já recorre à batata-doce na alimentação animal (Lebot, 2020).

Outra aplicação que vem sendo estudada é quanto ao uso ornamental da cultura, algumas variedades com um crescimento vegetativo extremamente robusto e com hastes e folhas de

tonalidade arroxeadas são empregadas como plantas ornamentais, proporcionando um excelente efeito visual no paisagismo (Miranda et al., 1995; Sousa et al., 2018).

Quando cotada para a produção de biocombustível, a batata-doce é uma excelente candidata por proporcionar uma produção abundante de biomassa para a obtenção de etanol, um combustível de custo de produção reduzido (Neto et al., 2011; RISSO, 2014). Variedades de batata-doce, desenvolvidas através de melhoramento genético, têm revelado taxas de produção etílica por hectare que são o dobro das observadas na cana-de-açúcar (Silveira, 2008). Aproximadamente oito toneladas de batata-doce fresca tem o potencial de gerar uma tonelada de bioetanol (Ferrari et al., 2013).

3.12 Importância Econômica

3.12.1 Cenário Mundial

A *Ipomoea Batatas* L. está classificada em décimo quinto na estatística mundial de culturas mais produzidas, ficando logo após a cultura da mandioca. No contexto global, cerca de 61% da produção dessas raízes é originada na Ásia, que contribui com um total de 52,71 milhões de toneladas, aproximadamente 34% na África com 29,53 milhões de toneladas e 5% nos demais territórios mundiais com 4,17 milhões de toneladas. Sendo uma das culturas de subsistência mais amplamente cultivadas globalmente, a batata-doce no ano de 2021 atingiu uma área cultivada por volta de 72.483 hectares em todo o mundo totalizando, uma média de produção de 11,9 toneladas por hectare, resultando em uma produção total de 86,41 milhões de toneladas (FAO, 2022).

3.12.2 Cenário Nacional

No Brasil, o cultivo de batata-doce é marcado por apresentar custos de produção relativamente baixos, envolvendo níveis de investimento reduzidos e proporcionando um retorno econômico elevado. Contudo, assim como outras hortaliças de pequena escala, a plantação de batata-doce geralmente adota tecnologia de produção e orientação técnica inadequadas, resultando em índices de qualidade de produtividade que poderiam ser aprimorados (Miranda et al., 1987). A média de rendimento no Brasil é significativamente inferior àquela alcançada em outras nações. Entre as razões para essa produtividade reduzida, destaca-se a utilização de variedades com baixo potencial produtivo (Silva et al., 2021).

Consoante a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2022), o Brasil ocupa a 14ª posição entre os produtores de batata-doce no mundo. A área plantada no país em 2022 foi de 58.540 hectares, totalizando 847.100 toneladas e alcançando um valor de

produção de R\$1.413.645,00 milhões (IBGE, 2022). Na América do Sul, o Brasil se estabelece como principal produtor de batata-doce, com valor aproximado de 59% da produção, seguido pelo Peru 19%, Uruguai 6% e Argentina 4% (FAO, 2022).

Nas diversas regiões do Brasil, a produção desse cultivo ocorre em escalas distintas, influenciadas pelas condições econômicas e edafoclimáticas. A região que melhor performa da produção da batata-doce é o Nordeste com aproximadamente 41,51% da produção, totalizando 351.623 toneladas, seguido pela região Sudeste com 28,66% e 242.777 toneladas, Sul com 27,47% e 232.737 toneladas, Norte com 1,27% e 10.740 toneladas e Centro-Oeste 1,09% com 9.223 toneladas. Se tratando da produção por estados destacam-se como os cinco maiores produtores da cultura: São Paulo tendo uma produção média 160.514 toneladas, Rio Grande do Sul com 155.070 toneladas, Ceará com 116.668 toneladas, Minas Gerais com 65.838 toneladas e Sergipe com 64.541 mil toneladas (PAM, IBGE, 2022).

3.13 Melhoramento Genético da Batata-doce

A batata-doce frequentemente apresenta autoincompatibilidade, e essa característica, juntamente com outros processos restritivos relacionados às sementes, tem dificultado o entendimento de técnicas de melhoramento para a cultura. Apesar dessas limitações práticas, os programas de melhoramento genético foram estabelecidos na década de 1970, principalmente em climas temperados, como nos Estados Unidos, Japão e China, e na região subtropical de Taiwan. Diversos programas foram iniciados nos trópicos a partir do início dos anos 1980 (Lebot, 2020).

No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) iniciou suas pesquisas com batata-doce na década de 80, e recentemente intensificou suas atividades no âmbito do melhoramento genético, fitossanidade, fitotecnia e pós-colheita. Outras entidades de pesquisa e ensino no Brasil também ampliaram seus projetos de investigação relacionados a essa hortaliça, culminando na geração de diversas tecnologias e conhecimentos de relevância para a cadeia produtiva (Silva et al., 2021). De acordo com Souza (2000), a partir de 1984, foram conduzidos estudos em Ponta Grossa, na Estação Experimental do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IAPAR), com o objetivo de analisar introduções de genótipos regionais da cultura.

Devido à sua ampla diversidade genética, a batata-doce possibilita a seleção para diversos propósitos, tais como: obtenção de materiais que resistam a pragas e doenças, aprimoramento da qualidade nutricional, aumento da densidade de raízes, incremento do teor

de matéria seca e produção de biomassa, e aumento na produção de ramas (Azevedo et al., 2002; Cardoso et al., 2007).

A escolha exclusiva de um desses propósitos pode ocasionar a inadequação agrônômica para outras finalidades, pois a seleção centrada em um ou poucos caracteres pode gerar modificações indesejáveis nos restantes, uma vez que há correlações genéticas negativas entre eles. Isso torna imperativo o emprego de índices para a seleção, os quais se baseiam em um conjunto de variáveis que englobam diversos atributos de interesse econômico (Cruz & Regazzi, 2002).

De acordo com Lebot (2020), no cenário global, os agricultores buscam a precocidade tanto para a produção comercial quanto para a subsistência. Em escala mundial, os agricultores estão empenhados em aprimorar características demandadas por diferentes mercados. Dentre as diversas características que se busca aprimorar, destaca-se a breve durabilidade da batata-doce após a colheita, sendo essa uma limitação significativa. A extensão desse período de validade, se ampliada, impulsiona as perspectivas de transporte e comercialização da batata-doce.

Ao considerar a diversidade regional nas demandas por novas cultivares de batata-doce, torna-se crucial distribuir de forma mais ampla a avaliação do germoplasma e as atividades de aprimoramento genético (Lebot, 2020). Os bancos de germoplasma conservados atuam como um depósito de genes, onde os melhoristas podem acessar as informações quando necessário para aprimorar características específicas, como a resistência a doenças (Moulin et al., 2014). Os estudos realizados com coleções de batata-doce visam introduzir, descrever e compreender a amplitude da variabilidade genética presente em genótipos de batata-doce que possam ser aplicados em campos comerciais (CASTRO et al., 2009; Kalkmann, 2011).

O Centro Internacional de La Papa, no Peru (conhecido como Centro Internacional da Batata, CIP), estabeleceu uma rede completamente descentralizada com o propósito de aprimorar a batata-doce, promovendo uma estreita cooperação com parceiros em iniciativas nacionais (Lebot, 2020). As ações relacionadas aos recursos genéticos, como coleta, caracterização, multiplicação, documentação e conservação, são de suma importância para a utilização imediata desses recursos em programas de melhoramento. Essas ações também contribuem para adquirir um entendimento mais aprofundado do germoplasma mantido pelos agricultores tradicionais, compreender a relevância econômica e social da cultura e colaborar com os programas de aprimoramento da espécie (Cabral et al., 2010; Moulin et al., 2014).

Para se obter variedades com atributos físicos da raiz de alta qualidade, excelente composição nutricional, resistência a pragas e doenças, e adaptação às condições edafoclimáticas locais, é essencial utilizar técnicas e estratégias no programa de melhoramento que otimizem a eficiência do processo. Uma dessas ferramentas consiste na obtenção de parâmetros genéticos confiáveis vinculados à população investigada, pois isso possibilita uma compreensão aprofundada de sua estrutura genética (Vilela, 2008).

Conforme Vilela (2013), entre os parâmetros genéticos disponíveis, incluem-se a herdabilidade, variância genotípica e fenotípica, coeficientes de variação genotípica e fenotípica, entre outros, os quais possibilitam a obtenção de dados sobre a natureza da influência dos genes relacionados ao controle dos caracteres. Bueno (2006), destaca ainda que, a fim de que o processo de escolha de indivíduos superiores geneticamente seja eficaz, é imprescindível que exista diversidade fenotípica adequada na população original e os índices de herdabilidade sejam elevados, ou seja, a variabilidade genotípica deve refletir o impacto da atuação dos genes.

A compreensão da regulação gênica dos traços alvo da seleção e de suas interações também é essencial tanto para elevar as probabilidades de sucesso em um programa de melhoramento quanto para permitir a diminuição no tempo, despesas e esforços requeridos para o programa (Miranda et al., 1995).

De acordo com Peixoto (2009), na prática, o melhoramento genético da batata-doce é empregado com o objetivo de ampliar a presença dos alelos de interesse ou otimizar a utilização da heterose. Entre as metodologias disponíveis para aprimorar as populações de batata-doce, é comumente executado o cruzamento entre plantas diversas, seguido por períodos de seleção recorrente. Segundo Lebot (2020), a seleção fenotípica recorrente se mostra apropriada para o melhoramento da batata-doce, pois possibilita a expressão e a seleção de genes menores e recessivos com um aumento gradual na população.

Essa abordagem na seleção de genótipos em uma população diversificada, ou seja, heterogênea, aquisição de meios-irmãos a partir dos genótipos selecionados, avaliação dessas progênies em experimentos de campo e combinação dos genótipos mais promissores, escolhidos com base no desempenho de suas progênies, para estabelecer a população aprimorada, denominada de sintético, com a repetição do processo. Nesse método, cada ciclo compreende três fases específicas: 1) geração das progênies de meios-irmãos dos genótipos escolhidos; 2) análise das progênies de meios-irmãos em testes de produção; 3) reunião dos genótipos mais destacados (Ferreira, 2006).

Com esse tipo de seleção, a captura dos efeitos aditivos é simplificada, envolvendo a seleção de diversos genótipos para uma ou mais características desejáveis e seu cruzamento em massa por meio de polinização realizada por insetos. Múltiplas mudas são selecionadas com base nas características desejáveis, e as melhores são utilizadas, com ou sem os genitores superiores, em um novo cruzamento em massa para um segundo ciclo de polinização natural. Essa técnica resulta no rápido acúmulo de genes vantajosos (Peixoto, 2009; Lebot, 2020).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da Área Experimental

O experimento de campos foi conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL), pertencente à Universidade de Brasília (UnB), situada no Núcleo Rural Vargem Bonita, ao sul de Brasília (DF). A FAL possui uma área de 4500 ha, estando a 1.100 m de altitude entre 16° de latitude sul e 48° de longitude oeste. De acordo com Alvares et al. (2013), a classificação climática da região é considerada do tipo Aw, tropical, com duas estações típicas: verão chuvoso, de outubro a abril, e inverno seco, de maio a setembro.

4.2 Obtenção e Preparo do Material Genético

Foram coletados 18 genótipos de batata-doce, dos quais, 14 em área de produtores rurais da região do Distrito Federal (DF) e quatro oriundos de cultivos anteriores na própria Fazenda Água Limpas (FAL). O método de propagação utilizado foi por meio de ramas, sendo essas cuidadosamente separadas e identificadas. Para cada genótipo foi atribuído um código de identificação, a fim de que os mesmos não se misturassem e fosse possível garantir a sanidade e pureza do material.

4.3 Instalação e Execução dos Experimentos em Campo

4.3.1 Preparo da Área

Foram realizadas duas arações e uma gradagem. Os camalhões construídos com enxada apresentavam cerca de 50 m de comprimento, 0,5 m de largura, 0,4 m de altura, espaçados em 0,4 m.

4.3.2 Plantio e Disposição das Parcelas

O plantio ocorreu no dia 12 de dezembro de 2023, nessa etapa foram empregadas ramas de batata-doce de aproximadamente 20 cm de comprimento, contendo cerca de 3 a 4 gemas, das quais 2 foram inseridas no solo, mantendo a rama horizontalmente em relação à superfície.

O plantio das ramas foi feito seguindo o espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,5 m entre parcelas. O plantio da cultura foi planejado para que a mesma permanecesse em campo durante os meses de maior precipitação e ainda, para que a colheita fosse realizada no início da estação seca.

Cada genótipo foi disposto em linha de forma contínua, cada faixa (leira) representando um tratamento. Foram utilizadas 3 repetições por genótipo, de modo a serem colhidas em épocas diferentes, sendo 3 parcelas por repetição, alocadas 10 plantas por parcela, totalizando 90 plantas por leira conforme esquematizado na figura 1.

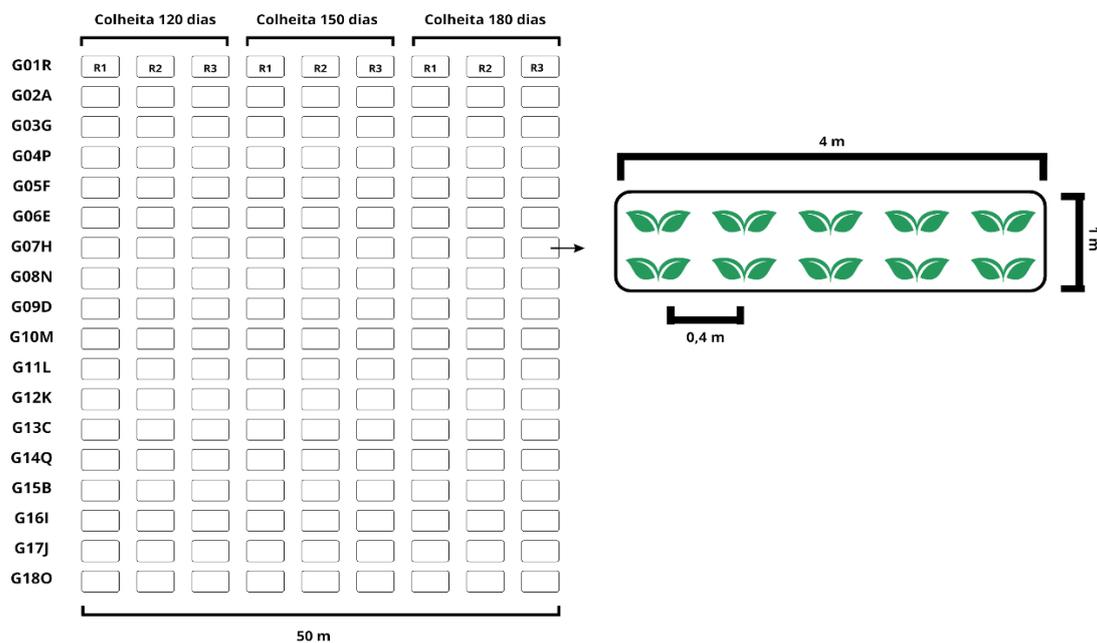


Figura 1: Disposição do experimento em campo, ilustrando o arranjo dos genótipos, parcelas e repetições a serem colhidas em três momentos distintos. Fonte: Autoria própria.

4.3.3 Tratos Culturais

Ao longo do cultivo, foram realizadas capinas periódicas, manualmente, não havendo a aplicação de químicos. A irrigação foi executada via artificial, por aspersão convencional, diariamente na semana subsequente ao plantio devido à ausência de chuvas, aplicando-se uma lâmina média por planta de 4 mm de água/dia. Nas semanas seguintes a irrigação se deu via natural por meio de chuvas, sendo feita a irrigação adicional por aspersão conforme necessário. Realizou-se uma adubação de cobertura com 52 dias do experimento a campo. Aplicou-se uma dosagem de 20g por planta do formulado NPK, cujo a composição inclui 20% de Nitrogênio (N), 5% de Óxido de Fósforo (P_2O_5) e 20% de Óxido de Potássio (K_2O).



Figura 2: Campo de avaliação de genótipos de batata-doce após 60 dias de plantio. Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF). Fonte: Autor.

4.3.4 Obtenção dos Dados Climatológicos

O levantamento dos dados climatológicos foi feito a partir do boletim climatológico fornecido pela Área Experimental de Agroclimatologia pertencente à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), da Universidade de Brasília (UnB). As medições são feitas diariamente por meio da estação automática instalada na Fazenda Água Limpa (FAL). O experimento foi conduzido entre os dias 12/12/2023 e 12/06/2024, os dados utilizados são oriundos de boletins mensais desse período e podem ser observados anexo, precipitação (mm) ANEXO A, temperatura média (°C) ANEXO B, umidade relativa média do ar (%) ANEXO C e incidência de radiação global (MJ/m²/dia) ANEXO D, do período em que as plantas estiveram em campo.

4.3.5 Caracterização Morfológica da Parte Vegetativa

Após 90 dias do plantio, a parte aérea da planta foi avaliada com base nos 17 parâmetros relativos à parte vegetativa, conforme a lista de descritores da cultura publicada em 24/01/2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os parâmetros analisados foram: (1) hábito de crescimento, medido com fita métrica do comprimento total da rama principal; (2) comprimento do entrenó e (3) diâmetro do entrenó, medidos na região intermediária da rama com paquímetro digital de precisão de duas casas decimais; (4) pigmentação antocianínica no entrenó, (5) na brotação inicial e (6) no nó, observadas visualmente como ausente, fraca, média ou forte; (7) pubescência na brotação inicial (ausente, esparsa, média ou densa); (8) pigmentação antocianínica no pecíolo (ausente a muito forte); (9)

comprimento do pecíolo (curto, médio ou longo) com o uso de paquímetro digital de precisão de duas casas decimais; (10) cor principal da face superior da folha jovem (verde-média, roxa-clara ou roxa média); (11) número de lóbulos (ausente, três, cinco, sete); (12) formato da folha para genótipos sem lóbulos (cordiforme, triangular, reniforme, circular); (13) profundidade dos lóbulos para genótipos com lóbulos (muito rasa a muito profunda); (14) cor da folha sem pigmentação antocianínica (verde-amarelado, verde, verde acinzentado); (15) pigmentação antocianínica na face superior da folha (ausente a forte); (16) extensão da pigmentação nas veias inferiores (ausente a muito longa); e (17) coloração antocianínica nas veias inferiores (fraca a forte). Três plantas de cada genótipo foram avaliadas aleatoriamente para representar a população.

4.3.6 Colheita

A colheita foi realizada de forma manual com auxílio de enxadas. Cada parcela foi acondicionada separadamente em caixa plástica, devidamente identificada (figuras 3). A colheita se sucedeu escalonadamente, em três épocas distintas, sendo elas: 120, 150 e 180 dias após o plantio. Em cada momento de colheita foram colhidas separadamente 3 parcelas, no total 3 caixas por tratamento.



Figura 3: A. Primeira colheita de batata-doce, 120 dias após o plantio na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF); B. Acondicionamento dos raízes em caixas separadas e identificadas por repetição. Fonte: Autor.

4.4 Desempenho Agronômico Pós-colheita

A avaliação de produtividade e caracterização física dos raízes, ocorreu gradualmente. Repetindo-se o mesmo processo e os mesmos parâmetros a cada momento de colheita: 120, 150 e 180 dias.

4.4.1 Avaliação de Produtividade

Com o intuito de determinar a produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PNC) e produtividade total (PT), foram quantificados os raízes com tamanho considerado padrão para cada genótipo, esses foram considerados comerciais. Aqueles com padrão pequeno e/ou deformados, foram pesados e quantificados como não comerciais. Os raízes foram agrupados e pesados com o auxílio de balança digital, precisão de três casas decimais. De forma que, cada parcela fosse pesada separadamente. Quanto à produtividade total, essa foi dada pela soma dos pesos comercial e não comercial.

4.4.2 Caracterização Física das Raízes

Quanto aos aspectos físicos das raízes, cinco raízes de cada parcela foram selecionados para avaliação, considerando as seguintes características: comprimento, medido com fita métrica; diâmetro da raiz tuberosa e espessura da casca, determinados com paquímetro digital de precisão de duas casas decimais; presença de veias e rachaduras, observada visualmente; e quantificação do número de furos. Além disso, foram utilizados critérios da lista de descritores da cultura para aspectos da raiz, incluindo: (18) formato (oval, elíptico, oboval, oblongo, irregular); (19) cor principal da pele (branca, bege-claro, amarelo, laranja, laranja-amarronzada, rosa, vermelha, vermelha-arroxeadada, roxa-clara, roxa-moderada, marrom); (20) cor secundária da pele (ausente, branca, amarela, laranja, rosa, vermelha, roxa, marrom); (21) cor principal da polpa (branca, bege, amarelo, laranja, roxa); e (22) cor secundária da polpa (branca, bege-claro, amarelo, laranja, rosa, vermelha, vermelha-arroxeadada, roxo).

4.5 Caracterização Físico-química e Nutricional

Para fins de caracterização físico-química e nutricional, foram separadas 3 amostras de cada genótipo, sendo uma de cada parcela e levadas ao Laboratório de Bromatologia e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV). As amostras foram submetidas às análises de: teor de umidade; cinzas; percentual de sólidos solúveis; acidez total titulável; teor de amido; análise de cor da polpa; lipídios; proteínas e carboidratos totais. Repetiu-se as mesmas análises para dois tempos de colheita: 150 e 180 dias.

4.5.1 Teor de Umidade

Para determinação do teor de umidade presente nas amostras, inicialmente foram separadas e identificadas cápsulas de porcelana (cadinhos), previamente levadas à estufa a 105 °C por uma hora, com o auxílio de balança analítica pesaram-se as cápsulas, tarou-se, adicionou-se 10 g da raiz fresca, as amostras foram levadas à estufa a 105 °C por um total de

24 horas, quando atingiram o peso constante. Posteriormente foram retiradas e colocadas no dessecador até que atingissem temperatura ambiente. Em seguida, com o auxílio de pinça, as cápsulas contendo as amostras foram pesadas e o peso anotado. O resultado do teor de umidade foi dado a partir do cálculo proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008), expresso na seguinte fórmula:

$$TU = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

TU = teor de umidade em porcentagem (%)

N = massa da amostra em gramas após a secagem (g)

P = massa da amostra em gramas antes da secagem (g)

4.5.2. Teor de Cinzas

Para a obtenção do resíduo por incineração ou cinzas, foram usadas as amostras oriundas da análise de TU. As amostras foram dispostas na mufla, de forma ordenada e incineradas a 550 °C até que as mesmas atingissem a coloração branca ou acinzentada. Após a mufla atingir uma temperatura abaixo de 100 °C, as cápsulas de porcelana foram retiradas e colocadas no dessecador para esfriar por completo. Estando totalmente frias, com auxílio de pinça, pesou-se em balança analítica. O resultado do resíduo por incineração ou cinzas foi dado a partir do cálculo usando a seguinte fórmula sugerida pelo IAL (2008), adaptada:

$$TC = \frac{100 \times C}{N}$$

Onde:

TC = teor de cinzas em porcentagem (%)

C = massa da amostra em gramas após a incineração (g)

N = massa da amostra em gramas após a secagem (g)



Figura 4: A. Disposição na mufla das cápsulas de porcelana contendo amostras secas após a análise de teor de umidade antes da incineração; B. Resíduo após a incineração das amostras. Fonte: Autor.

4.5.3 Percentual de Sólidos Solúveis

A fim de determinar o percentual de sólidos solúveis presente nos diferentes genótipos, utilizou-se um refratômetro digital portátil Pocket (Atago, Ribeirão Preto-SP). A amostra foi comprimida a fim de extrair a solução líquida presente no interior da batata-doce diretamente no prisma do refratômetro. O refratômetro mede o índice de refração da solução e o converte em uma escala de ° Brix que vai de 0 a 53%, um grau Brix corresponde a 1 grama de sacarose dissolvida em 100 gramas de solução.



Figura 5: A. Compressão da amostra diretamente no prisma do refratômetro; B. Leitura da amostra no refratômetro digital portátil Pocket (Atago, Ribeirão Preto-SP). Fonte: Autor.

4.5.4 Acidez Total Titulável

Para determinação da acidez total titulável da batata-doce utilizou-se o pH como indicador, conforme descrito pelo IAL (2008). De forma que, pesou-se em balança analítica 10 g batata-doce descascada, a mesma foi levada ao liquidificador e adicionou-se 100 mL de água, triturou-se até que a amostra estivesse homogênea. O equipamento utilizado para medir o pH

foi o peagâmetro digital (Phmetro Digimed Dm-20), sendo esse, calibrado antes de qualquer medição, utilizando-se de soluções tampão com valores de pH conhecidos, pH 4,00 e pH 7,00. A calibração foi feita para garantir que o instrumento estivesse apto para medir o pH com exatidão.

A amostra homogeneizada foi titulada com uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 M). A adição do NaOH ocorreu de maneira lenta e sob agitação constante, para atingir o ponto final da reação, definido pelo pH de aproximadamente 8,2. O pH da solução foi monitorado continuamente. O volume de NaOH consumido até o ponto de viragem (pH 8,2) foi registrado e utilizado para o cálculo da acidez total titulável da amostra. O resultado da acidez total titulável da batata-doce foi calculado a partir da seguinte fórmula adaptada:

$$ATT = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n}$$

Onde:

ATT = acidez total titulável

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

P = massa da amostra em g ou volume pipetado em mL

PM = peso molecular do ácido correspondente em g

n = número de hidrogênios ionizáveis

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

4.5.5 Teor de Amido

Para a extração de amido utilizou-se como base os protocolos adotados por Moreira et al. (2014) e Almeida et al. (2017) adaptados. Foram selecionadas 3 raízes por genótipo, uma de cada parcela. Com as raízes higienizadas e descascadas, pesou-se em balança analítica uma amostra 25 g, em seguida foi adicionado 50 mL de água destilada e levado ao liquidificador por 1 minuto, em rotação média, para que a mesma fosse triturada possibilitando a liberação dos grãos de amido presentes nas células vegetais, logo em seguida a solução foi passada em uma peneira domestica fina apoiada sobre um coador de pano a fim de, separar apenas a parte líquida, deixando a matéria sólida na peneira e no coador.

A polpa resultante foi, então, submetida a três lavagens, sempre recolocado no liquidificador e repetiu-se o processo de lavagem com água destilada por 3 vezes até que, ao

passar pela peneira e coador, o líquido estivesse transparente. O líquido filtrado foi deixado em repouso para decantar por 24 horas, processo no qual o amido, sendo mais denso, decanta no fundo do recipiente, enquanto os outros componentes não sedimentaram permaneceram na superfície. Passadas as 24 horas de decantação, o líquido que ficou na superfície foi cuidadosamente pipetado e descartado, deixando apenas o amido no fundo.

Este amido, ainda umedecido, foi deixado exposto ao ar para visando reduzir ainda mais o conteúdo de água presente no amido antes da pesagem e secagem mais rigorosa, passadas 12h, com o auxílio de uma espátula o amido ainda úmido, porém com menor quantidade de água, foi e transferido para papel filtro, pesado e levado para a estufa por 24 horas a 105 °C, temperatura suficiente para remover qualquer umidade residual sem comprometer as propriedades do amido. Após esse período, o papel filtro contendo o amido seco foi retirado da estufa e colocado em um dessecador, a fim de atingir a temperatura ambiente, sem que absorvesse a umidade do ar, com auxílio de pinça foi retirado do cuidadosamente do dessecador e pesado em balança analítica e o peso do amido extraído anotado. O resultado do teor de amido extraído em cada amostra processada de batata-doce foi calculado a partir da seguinte fórmula adaptada:

$$TA = \frac{AS}{PIA} \times 100$$

Onde:

TA = teor de amido (%)

AS = amido seco (g)

PIA = peso inicial da amostra (g)

4.5.6 Teor de Lipídios

Para a extração de lipídios, pesou-se 1,5 g de amostra de batata-doce fresca em balança analítica para garantir a precisão do procedimento. A amostra foi então acondicionada em saquinhos específicos para o extrator, projetado para suportar o processo de extração e permitir a filtragem dos lipídios extraídos. Após a pesagem inicial, os saquinhos contendo as amostras foram selados, utilizando uma máquina seladora, evitando eventuais perdas do material durante a extração e assegurando que a amostra estivesse adequadamente confinada dentro do saquinho durante o procedimento.

As amostras seladas foram então levadas para a estufa a 105 °C, onde permaneceram por 2 horas com o objetivo de retirar o excesso de umidade das amostras, pois a presença de água poderia interferir na eficiência da extração de lipídios, além de alterar a precisão das medições de peso. Após o período de secagem na estufa, as amostras foram transferidas para um dessecador por um período de 1 hora, permitindo que as amostras esfriassem a temperatura ambiente. Com as amostras já frias, essas foram pesadas novamente, sendo o peso cuidadosamente anotado. Em seguida as amostras foram dispostas no equipamento de extração (modelo ANKOM XT10), tal equipamento utiliza o método de extração por solvente, onde o solvente circula através da amostra, dissolvendo os lipídios presentes. O processo é automatizado e programado para garantir uma extração eficiente e padronizada.

Após a extração, as amostras foram retiradas do extrator e dispostas em bandejas metálicas para uma etapa de secagem, sendo mantidas em estufa por 2 horas a 105 °C, a fim de evaporar qualquer solvente residual presente no material. Após a secagem, as amostras foram colocadas novamente no dessecador para esfriar por 1 hora, evitando que o material absorvesse umidade do ar. Com as amostras frias, foi realizada a pesagem final utilizando a balança analítica. O peso registrado representou o peso da amostra após os lipídios extraídos. A quantidade de lipídios presentes em diferentes genótipos de batata-doce foi calculado pela diferença entre o peso da amostra seca (antes da extração) e o peso da amostra após a extração, sendo assim:

$$TL = \frac{(PAS - PE)}{PIA} \times 100$$

Onde:

TL = teor de lipídeos (%)

PAS = peso da amostra seca (g)

PE = peso extraído (g)

PIA = peso inicial da amostra (g)

4.5.7 Teor de Proteínas

O método adotado para a quantificação da proteína bruta presente nos diferentes genótipos de batata-doce foi realizado conforme o IAL (2018) de forma adaptada. Quanto ao preparo da amostra, foram pesadas em balança analítica 0,3 g de polpa fresca, colocadas em tubos próprios para a digestão da proteína, adicionou-se 1 g de mistura catalítica para auxiliar na digestão da amostra. Em cada tubo foram adicionadas 3,5 mL de ácido sulfúrico, os mesmos

foram colocados em bloco de aquecimento para iniciar a digestão. A temperatura do bloco foi sendo elevada gradativamente até que a mesma atingisse 400 °C, tal processo de aquecimento facilita a quebra das proteínas, liberando os compostos nitrogenados presentes nas amostras. O aquecimento foi interrompido quando o líquido dentro do tubo atingiu ligeiramente um tom translúcido, indicando que a digestão foi realizada corretamente. Desligado o aquecimento, aguardou-se até que os tubos estivessem em temperatura ambiente, adicionou-se 10 mL de água destilada em cada tubo para dissolver os produtos da digestão e permitir a análise subsequente.

Os tubos contendo a solução digerida foram posicionados em uma das extremidades do destilador (modelo NT 415), e adicionado 12,5 mL de hidróxido de sódio 50%. Na outra extremidade do destilador, colocou-se um béquer de 100 mL, contendo 7,5 mL de ácido bórico 4% e duas gotas dos indicadores azul de metileno 1% e vermelho de metila 2%. A destilação foi então realizada até que o volume de solução no béquer atingisse 60 mL. Nesse momento a cor da solução no béquer muda de roxo intenso para verde, indicando que a amônia foi coletada e absorvida pela solução de ácido bórico.

A solução resultante da destilação, que contém amônia, foi titulada com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol/L até que a cor da solução mudasse de verde para rosa ou roxo, indicando o ponto final da titulação, o volume de ácido clorídrico utilizado na titulação foi usado para calcular o teor de nitrogênio na amostra. Com base no teor de nitrogênio, pode-se calcular o teor de proteínas, utilizando um fator de conversão 6,25 para converter o conteúdo de nitrogênio em proteína total:

$$NT = \frac{\text{Vol} \times \text{mol} \times f \times 14 \times 100}{\text{PAF} \times 1000}$$

$$TP = NT \times 6,25$$

Onde:

NT = Nitrogênio total (%)

Vol (HCl) = volume utilizado de ácido clorídrico na titulação (mL)

mol (HCl) = molaridade do ácido clorídrico (mol)

f (HCl) = fator da solução de ácido clorídrico (mol)

PAF = peso da amostra fresca (g)

TP= Teor de proteínas (%)

4.5.8 Teor de Carboidratos Totais

A metodologia para a determinação de carboidratos totais foi baseada no cálculo por diferença, conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008). O procedimento considera a soma das frações majoritárias da composição centesimal, como proteínas, lipídios, umidade e cinzas, e determina os carboidratos como o valor complementar ao total. O cálculo por diferença é um método indireto, mas amplamente utilizado devido à sua praticidade e eficiência na determinação do teor de carboidratos totais. O teor de carboidratos foi calculado subtraindo-se a soma dos teores de proteína, lipídios, umidade e cinzas de 100%, consoante a fórmula:

$$CT = 100 - (PT + TL + TC + TU)$$

Onde:

CT = carboidratos totais (%)

PT= proteína total (%)

TL = teor de lipídeos (%)

TC = teor de cinzas em porcentagem (%)

TU = teor de umidade em porcentagem (%)

4.5.9 Análise de Cor da Polpa

A análise de cor das amostras de diferentes genótipos de batata-doce foi realizada utilizando o espectrofotômetro ColorQuest® XE (HunterLab, 2014), um equipamento especializado na medição de cores. O equipamento foi calibrado com um padrão de referência conhecido antes da medição. Garantindo que as leituras fossem feitas de forma precisa e consistente. Para a análise, um fragmento da polpa da batata-doce foi cuidadosamente cortado da raiz e posicionado no equipamento. As amostras foram então submetidas à medição, e o ColorQuest® XE que registrou as coordenadas cromáticas no espaço de cor CIELab, fornecendo dados sobre a luminosidade, matiz e a saturação das cores presentes nas amostras. O equipamento possibilita uma quantificação precisa das características cromáticas, com ênfase na saturação das cores, permitindo a obtenção de informações objetivas sobre as variações de cor nas amostras de batata-doce. O cálculo utilizado para a análise da cor baseia-se nessas coordenadas cromáticas, proporcionando uma avaliação detalhada e consistente, sendo as equações utilizadas:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad h^* = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Onde:

C^* = Chroma (saturação da cor)

h^* = Hue (matiz, ângulo da cor) (O resultado é expresso em graus, variando de 0° a 360°)

L^* = luminosidade essa varia de 0 (preto) a 100 (branco)

a^* = componente que representa a variação entre verde (-) e vermelho (+)

b^* = componente que representa a variação entre azul (-) e amarelo (+)

4.6 Delineamento Experimental

O delineamento experimental a campo adotado foi em Blocos Casualizados (DBC). As unidades experimentais foram dispostas em linhas de forma contínua, cada faixa (leira) representando um tratamento, totalizando 18. Foram utilizadas 3 repetições, por tratamento (genótipo), alocadas 10 plantas por parcela, isso repetido três vezes, para serem colhidas em três épocas.

O delineamento adotado para a composição físico-química, nutricional e análise sensorial foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo que para composição físico-química e nutricional para cada um dos genótipos, com 3 repetições para cada análise realizada.

4.7 Análise Estatística

A análise estatística foi conduzida com o uso de diferentes softwares especializados, conforme o tipo de dado avaliado. Para os dados coletados a campo, como produtividade e caracterização física dos raízes (largura, comprimento, diâmetro, número de furos e espessura da casca) utilizou-se o software GENES (Cruz, 2013) e o R (R CORE TEAM, 2018). No GENES, foi realizada a análise de variância (ANOVA), que identificou a presença de diferenças significativas entre os tratamentos. Em seguida, aplicou-se o teste de Scott-Knott, que agrupou as médias em grupos estatisticamente homogêneos, permitindo destacar os tratamentos superiores em relação à produtividade e atributos físicos. O software R foi utilizado complementarmente para validar os resultados e gerar gráficos e tabelas de apoio para a interpretação dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização Morfológica da Parte Vegetativa

Quanto a caracterização da parte vegetativa realizada 90 dias após o plantio, foi possível observar que, os genótipos de batata-doce analisados neste estudo estão alinhados com relatos da literatura, que destacam a ampla diversidade morfológica da espécie em diferentes condições ambientais e genéticas. Segundo Sousa (2018), em seu estudo, o comprimento das ramas possibilitou uma distinção eficiente entre os acessos, destacando-se como um excelente indicador da variabilidade existente, além de apresentar a vantagem de ser facilmente classificável. No presente estudo, a média geral para comprimento da rama foi 105,75 cm, com variação de 72 cm (G01R) a 398,66 cm (G16I), valores que corroboram os achados de Queiroga et al. (2017), que relataram comprimentos entre 80 cm e 400 cm em cultivares brasileiras.

O comprimento do entrenó, que influencia o hábito de crescimento da planta, apresentou média geral de 55,70 mm, com variação de 47,3 mm (G04) a 73,36 mm (G03G). Esses valores são comparáveis aos descritos por Silva et al. (2015), que observaram médias entre 45 mm e 75 mm em diferentes genótipos de batata-doce. Já o diâmetro médio do entrenó variou de 5,33 mm (G13C) a 8,66 mm (G12K), resultados semelhantes aos de Lima et al. (2020), que identificaram diâmetros entre 5 mm e 9 mm em cultivares avaliadas no Nordeste brasileiro.

A pigmentação antocianínica em diferentes partes da planta é um importante marcador fenotípico e pode estar associada à resistência a estresses ambientais (Santos et al., 2019). No presente estudo, 77,78% dos genótipos apresentaram ausência ou baixa pigmentação na brotação inicial, valores que se assemelham aos relatados por Oliveira et al. (2019), que encontraram baixa expressão de antocianinas em mais de 70% dos genótipos avaliados. Já a coloração antocianínica do pecíolo foi fraca no G02A e moderada no G14Q, semelhante aos achados de Fagundes et al. (2023), que identificaram variações de intensidade na pigmentação dependendo do genótipo e do estágio de desenvolvimento.

Em relação ao formato das folhas, observou-se variação entre formas coniforme, triangular e reniforme, sem ocorrência de folhas circulares. Esses resultados são compatíveis com os de Moreira et al. (2011), que identificaram ampla diversidade morfológica foliar, destacando a importância dessa característica na diferenciação de genótipos. A coloração predominante das folhas foi verde e verde-acinzentada, o que também está de acordo com estudos anteriores (Almeida et al., 2017).

5.2 Desempenho Agronômico

O teste paramétrico ANOVA, aplicado aos diferentes genótipos de batata-doce agrupados de acordo com o tempo de colheita 120, 150 e 180 dias, para os aspectos de desempenho agronômico revelou diferenças significativas ($P < 0,001$) pelo teste F para as características de produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PnC), produtividade total (PT), número de raízes comerciais (NRC), número de raízes não comerciais (NRnC), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF), nos três momentos de colheita.

Como demonstrado na Tabela 1, ao longo do tempo podemos observar que, quanto ao número de raízes comerciais (NRC), houve um aumento significativo entre os períodos avaliados, de uma média de 31.01/ha aos 120 dias para 72.685/ha aos 150 dias, alcançando 77.220/ha aos 180 dias. Os coeficientes de variação (CV) apresentaram uma tendência de diminuição ao longo dos períodos, de 36,15% em 120 dias para 24,9% em 180 dias, indicando maior consistência nos dados para essa característica com o passar do tempo, o que corrobora com Queiroga et al. (2017) que em seu estudo, destaca a maturação mais uniforme em períodos mais próximo ao final do ciclo vegetativo.

Em contrapartida, a média do número de raízes não comerciais (NRnC) teve tendência a aumentar de acordo com o tempo de colheita, passando de 64.18/ha em 120 dias para 100.879/ha em 180 dias. Os valores elevados de NRnC refletem fatores como deformação, tamanho inadequado ou danos físicos, conforme relatado por Silva et al. (2020). No entanto, o coeficiente de variação entre os genótipos para tal característica foi diminuindo ao longo do tempo de 67.51% para 26.32% o que demonstra uma estabilidade para esse quesito entre os genótipos. De acordo com Amaro et al. (2019), cultivares de batata-doce apresentam variações significativas no número de raízes comerciais devido à interação genótipo x ambiente e à influência do manejo agronômico.

Tabela 1: Análises de variância para número de raízes comerciais (NRC), número de raízes não-comerciais (NRnC), produtividade comercial (PC), produtividade não-comercial (PnC), produtividade total (PT), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF), de diferentes genótipos de batata-doce em 120, 150 e 180 dias de colheita. UnB, Brasília-DF, 2024.

FV	120 DIAS								
	NRC (ha)	NRnC (ha)	PC (ton/ha)	PnC (ton/ha)	PT (ton/ha)	CM (cm)	DM (mm)	EC (mm)	NF
Blocos	42.129	974.421	2.619	0.780	2.194	5.095	9.194	0.0613	0.957
Genótipos	1736.655**	24392.53**	153.63**	21.433**	202.462**	31.310**	560.394**	2.659**	12.946**
Erro	125.708	1936.79	9.304	1.062	11.986	3.270	45.716	0.031	3.408
CV (%)	36.15	67.51	41.85	50.38	37.09	10.51	11.51	6.72	91.6
Média	31.01	64.18	7.28	2.04	9.334	17.2	58.74	2.63	2.02
FV	150 DIAS								
	NRC (ha)	NRnC (ton/ha)	PC (ton/ha)	PnC (ton/ha)	PT (ton/ha)	CM (cm)	DM (mm)	EC (mm)	NF
Blocos	168.518	1726.041	10.572	1.131	17.192	5.528	43.100	0.120	5.498
Genótipos	7029.79**	7131.61**	237.43**	13.460**	300.996**	63.886**	1145.290**	0.819**	13.434**
Erro	331.386	405.821	19.245	1.383	23.882	5.405	60.565	0.135	3.508
CV (%)	25.05	29.84	26.94	36.06	25.0	12.98	11.78	15.58	104.28
Média	72.685	67.5	16.28	3.26	19.54	17.91	66.08	2.33	1.80
FV	180 DIAS								
	NRC (ha)	NRnC (ton/ha)	PC (ton/ha)	PnC (ton/ha)	PT (ton/ha)	CM (cm)	DM (mm)	EC (mm)	NF
Blocos	373.263	1148.03	22.057	3.321	41.885	1.590	8.614	0.119	38.225
Genótipos	9256.372**	22313.351**	419.841**	37.035**	533.519**	88.980**	1644.928**	2.441**	123.71**
Erro	369.587	704.895	40.154	0.978	44.248	4.309	65.932	0.085	18.277
CV (%)	24.9	26.32	30.66	23.71	26.77	11.04	12.13	16.93	159.44
Média	77.222	100.879	20.670	4.17	24.84	18.81	66.96	1.73	2.68

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O comprimento médio (CM) das raízes comerciais aumentou de uma média de 17,2 cm aos 120 dias para 18,81 cm aos 180 dias, enquanto o diâmetro médio (DM) passou de 58,74 mm para 66,96 mm no mesmo período corroborando com resultados encontrados por Carmona et al. (2015), que obtiveram média geral do diâmetro das raízes de 5,45 cm enquanto que, comprimento das raízes entre 6,75 e 38,30 cm. O coeficiente de variação para CM e DM permaneceu em níveis baixos e consistentes, variando de 10,51% a 11,04% e de 11,51% a

12,13% respectivamente, indicando boa homogeneidade entre os genótipos. O aumento progressivo do comprimento e do diâmetro médio ao longo do tempo sugere que, a maturação das raízes especialmente em genótipos de ciclos mais longos, impacta positivamente as características comerciais.

Esse comportamento está alinhado com os padrões observados por Melo et al. (2018) e Queiroga et al. (2017), que destacaram que períodos de colheita mais tardios geralmente favorecem a formação de raízes maiores e mais robustas devido ao maior acúmulo de reservas nas raízes. Melo et al. (2018) verificaram um aumento no comprimento médio das raízes comerciais em batata-doce com a extensão do ciclo, obtendo valores entre 16 cm e 20 cm. Segundo os autores, raízes mais longas geralmente apresentam maior aceitação comercial em mercados que priorizam características visuais atrativas.

Podemos observar que, espessura média da casca (EC) variou de 2,63 mm aos 120 dias e 2,33 mm aos 150 dias, reduzindo para 1,73 mm aos 180 dias. A diminuição da espessura da casca ao longo do tempo pode ser justificada pelo crescimento secundário das raízes, que em geral, resulta em menor espessura de casca. Este comportamento foi confirmado por Silva et al. (2020), que encontraram redução da espessura da casca em genótipos de batata-doce colhidos em tempos mais avançados.

A variável número de furos (NF), representa a evidência de danos causados por insetos, essa mostrou-se com elevada variabilidade nos três períodos de colheita. O coeficiente de variação para tal foi altíssimo, variando de 91.6% em 120 dias a 159.44% em 180 dias. A média do NF foi de 2,02 aos 120 dias, 1,80 aos 150 dias e aumentou para 2,68 aos 180 dias. A análise de variância indicou efeito significativo ($p < 0,01$) entre os genótipos, evidenciando a diversificação genética com relação à resistência ao ataque de pragas.

No presente estudo, a produtividade comercial (PC) média apresentou um aumento constante conforme o tempo de colheita. Aos 120 dias, o valor médio foi de 7,28 t/ha, aumentando para 16,28 t/ha aos 150 dias e atingindo 20,67 t/ha aos 180 dias. Esses resultados sugerem que o maior tempo de cultivo permitiu o um maior desenvolvimento das raízes tuberosas, favorecendo o aumento da produtividade comercial. A produtividade média nacional de batata-doce é limitada, em torno de 11,8 t/ha, valor consideravelmente inferior ao potencial da cultura, que pode ultrapassar 40 t/ha. Com a adoção de práticas de manejo apropriadas, é possível alcançar, com facilidade, patamares de 25 a 30 t/ha em um período de 4 a 5 meses de cultivo (Andrade Júnior et al., 2009; Andrade Júnior et al., 2012).

No que diz respeito à produtividade média não comercial (PnC), os valores também aumentaram com o tempo. Passando de 2,04 t/ha aos 120 dias para 3,26 t/ha aos 150 dias e 4,27 t/ha aos 180 dias. Esse aumento pode ser atribuído à maior exposição das raízes no solo, que favorece a ocorrência de deformidades, danos causados por pragas e variações no formato das raízes, tornando-as não adequadas para comercialização demonstrando que, para alguns genótipos, colheitas tardias aumentam a proporção de raízes fora do padrão comercial devido a danos acumulados ao longo do ciclo.

A produtividade total (PT), que compreende a soma da produtividade comercial e da não comercial, apresentou um coeficiente de variação com tendência a diminuir com o passar do tempo. Inicialmente aos 120 dias o CV foi alto 37.09% diminuindo para 25% em 150 dias e 24.84% ao 180 dias. Os valores médios de produtividade total foram de 9.33 t/ha aos 120 dias, 19.54 t/ha aos 150 dias e 24.84 t/ha aos 180 dias. Deste modo, a definição da idade de colheita exerce grande impacto na produção vegetativa, na qualidade, na produtividade das raízes, sendo que seu manejo possibilita ajustar a oferta à demanda (Queiroga et al., 2007).

Visto que, a análise de variância revelou variações significativas entre os genótipos em cada tempo de colheita, temos indícios para examinar cada genótipo de forma individual ao longo do tempo. Essa abordagem permite identificar características que se destacam em diferentes períodos, fornecendo subsídios para futuros cruzamentos.

Assim, a Tabela 2 apresenta as médias de produtividade comercial, produtividade não comercial, produtividade total calculada a partir da soma das médias de produtividade comercial e não comercial de genótipos de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. Possibilitando analisar a interação entre os diferentes tempos de colheita, genótipos e as características de produtividade. O agrupamento de médias, realizado pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,001$), permitiu verificar diferenças significativas entre os genótipos ao longo do tempo para as variáveis de produtividade, classificando-os em grupos homogêneos.

Tabela 2: Médias de produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PnC), produtividade total (PT) calculada a partir da soma das médias de produtividade comercial e não comercial de genótipos de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília-DF, 2024.

GENÓTIPO	PC (ton/ha)**			PnC (ton/ha)**			PT (ton/ha)**		
	120	150	180	120	150	180	120	150	180
G01R	3.093bC	10.400aC	12.258aD	1.208aC	1.833aD	0.975aD	4.300bB	12.233aC	13.233aD
G02A	6.579bC	12.229bC	18.820aC	1.042bC	2.258aC	1.783aD	7.621bB	14.487aC	20.604aC
G03G	2.471bC	12.250aC	13.845aD	0.600bC	3.108aC	3.725aD	3.071bB	15.358aC	15.801aD
G04P	13.083bB	20.395aB	11.470bD	4.879aB	4.966aB	5.585aB	17.963aA	25.362aB	17.056aD
G05F	4.963cC	19.260bB	31.287aB	1.425bC	6.275aA	6.841aB	6.388cB	25.535bB	38.129aB
G06E	1.200bC	5.729bD	12.183aD	0.913cC	2.816bC	4.770aC	2.113bB	8.545bD	16.954aD
G07H	6.008bC	8.512bC	25.950aB	0.763aC	1.245aD	1.895aD	6.771bB	9.758bD	27.846aC
G08N	23.917bA	32.575aA	35.570aA	1.900aC	2.304aC	2.800aC	25.817bA	34.879aA	38.129aB
G09D	5.208cC	18.683bB	32.791aB	0.604aC	2.154aC	1.862aD	5.813cB	20.837bB	27.846aB
G10M	2.299aC	8.929aC	5.7330aE	0.646aC	0.927aD	0.941aD	2.942aB	9.856aD	6.675aE
G11L	1.300bC	14.9455aC	17.033aC	1.250cC	3.237bC	6.391aB	2.550bB	18.183aC	23.425aC
G12K	18.617cA	28.125bA	43.262aA	1.783bC	1.666bD	3.525aC	20.400cA	29.7915bA	46.787aA
G13C	8.454cC	28.383bA	38.952aA	11.667aA	7.175bA	11.625aA	20.121cA	35.558bA	50.577aA
G14Q	21.558aA	20.470aB	21.487aC	2.429aC	0.991aD	0.987aD	23.988aA	21.4625aB	22.475aC
G15B	1.200bC	6.575bD	16.187aC	0.0001cC	3.675bC	6.512aB	1.300cB	10.300bD	22.700aC
G16I	3.925aC	0.0aD	0.0aE	3.688aB	1.150bD	2.250bD	7.613aB	1.150aD	2.250aE
G17J	4.650cC	21.237aB	12.900bD	0.863bC	5.675aB	1.787bD	5.514cB	26.9125aB	14.687bD
G18O	2.675bC	24.375aB	22.325aC	1.063cC	7.250bA	12.587aA	3.738bB	31.630aA	34.913aB

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas referem-se ao tempo e médias seguidas de letra maiúscula nas colunas referem-se ao genótipo. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de “Scott-Knott” em nível de 5% de probabilidade.

Como podemos observar na Tabela 2, houve uma diferença significativa para a variável de produtividade comercial, tanto entre os três períodos de colheita quanto entre os genótipos avaliados. Indicando que, o tempo de colheita influencia diretamente o desempenho de PC dos genótipos, evidenciando a importância de avaliar o melhor momento para a colheita. Nesse sentido, aos 120 dias os genótipos G08N, G14Q e G12K apresentaram as maiores médias de produtividade comercial, com 23.92, 21.55 e 18.61 t/ha respectivamente seguidos pelo G04P com uma PC de 13.083t/ha sendo essas, superiores à média de PC para o período 7.28 t/há, a mais baixa entre os três tempos.

No entanto, os valores de PC dos genótipos G08N, G14Q e G12K podem ser considerados baixos quando comparados a estudos anteriores. Melo et al. (2018), por exemplo, observaram uma PC média de 33.63 t/ha na região do Distrito Federal com o clone CNPH 1275 colhido aos 120 dias. Da mesma forma, Alves et al. (2009), atingiram uma PC de 28.4 e 25 t/ha ao aplicarem de sulfato de amônio em três momentos distintos ao longo do ciclo da cultura, evidenciando o impacto da adubação no rendimento comercial da mesma. Ainda temos que, Murilo et al. (1990) no Rio grande do Norte, obteve uma média de PC de 30 a 35 t/ha com cultivares consideradas de ciclo curto de 110 a 130 dias.

No que se refere ao tempo de colheita, o genótipo G08N indica que, aos 120 dias, a PC ainda não atingiu seu máximo, uma vez que houve diferença em relação aos 150 e 180 dias de colheita. Embora tenha sido agrupado entre as maiores médias de produtividade aos 120 dias, observa-se que ao postergar a colheita do G08N para 150 dias, a PC aumentou em 36.20%, e ao esperar até 180 dias, o incremento chegou a 48,79% em relação à colheita realizada aos 120 dias. De maneira semelhante, para o genótipo G12K, a maior PC observada aos 180 dias, representou um ganho de 132.38% em comparação com a colheita aos 120 dias e um aumento de 53.82% em relação aos 150 dias.

O genótipo G13C, apresentou maiores médias de PC aos 180 e 150 dias, 38.95 e 28.38 t/ha respectivamente sendo essas, superiores as médias de PC para tempos de 150 e 180 dias que foram 16.28 e 20.67 t/ha. Em relação ou tempo, houve diferença estatística entre os três tempos indicando que, o melhor momento para PC desse genótipo seria aos 180 dias. Quanto ao G14Q, esse obteve maior média de PC aos 120 dias atingindo 21.55 t/ha, no entanto, não houve diferença estatística entre os tempos. Já o genótipo G04P apresentou melhor desempenho para PC aos 150 dias, com uma média de 20,396 t/ha, o

que corresponde a um acréscimo de 55.88% em relação à colheita realizada aos 120 dias e 77.80% quando comparado a colheita de 180 dias.

Aos 150 dias, os genótipos com as maiores médias de PC foram G08N, G13C e G12K, com 32.575 t/ha, 28.383 t/ha e 28.125 t/ha, respectivamente médias essas superiores à média o período 16.28 t/ha. Indicando que, tais genótipos possuem potencial para produção comercial nesse período, estudos realizados por Silva et al. (2020), obtiveram PC variando entre 20 e 35 t/ha para genótipos de alto desempenho, semelhantes aos encontrados neste estudo. Kalkman (2011) encontrou ainda, produtividade comercial em acessos de batata doce variando de 10.250 a 74.000 t/ha para o mesmo tempo e região. Os genótipos que apresentaram as menores médias de PC foram G16I, G06E e G15B, com 0.0 t/ha, 5.729 t/ha e 6.575 t/ha, respectivamente.

Ao avaliarmos os diferentes genótipos após 180 dias de cultivo temos que, quanto a produtividade comercial os genótipos G12K, G13C, G08N, G09D, G05F e G07H apresentaram médias de 43.262, 38.952, 35.570, 32.791, 31.287 e 25.950 t/ha respectivamente se destacando com maiores médias de PC. De acordo com Lebot (2020), a produtividade média tende a variar a nível global entre 10 e 40 t/ha demonstrando que o G12K se mostrou superior a essa média aos 180 dias. Andrade Júnior et al. (2012) avaliaram 12 clones de batata doce em Diamantina Realizando sendo a colheita realizada seis meses após o plantio, obtiveram dados de produtividade total de 32.9, 23.8 e 25.2 t/ha, com os clones BD-45, BD-42 e com a cultivar Brazlândia Rosada, respectivamente nesse sentido, os genótipos G12K, G13C, G08N, G09D avaliados no presente estudo tiveram uma média de PC superior à média de produtividade total obtida pelos autores.

No que se refere à produtividade não comercial (PnC), os genótipos G05F, G13C e G18O apresentaram as maiores médias, com 6,28 t/ha, 7,18 t/ha e 7,25 t/ha, respectivamente. Por outro lado, os genótipos G10M, G14Q e G07H tiveram as menores médias, indicando que esses materiais possuem menor taxa de perdas e maior eficiência na produção de raízes dentro dos padrões comerciais. O genótipo G13C, especificamente, apresentou a maior taxa de perda, com 57,98% de sua produtividade total classificada como não comercial, sugerindo que a colheita aos 120 dias pode não ser o momento ideal para esse material. O genótipo G04P, por sua vez, teve uma perda de 27,16%, indicando um melhor aproveitamento comercial. Já os genótipos G18O e G13C registraram as maiores produtividades não comerciais, com 11,625 t/ha e 12,587 t/ha, respectivamente, representando 36,05% e 22,98% da produtividade total desses genótipos. Esses valores

ficam atrás apenas do genótipo G16I, que nas colheitas realizada aos 150 e 180 dias, teve 100% de sua produtividade considerada fora dos padrões comerciais.

Ainda quanto a produtividade total (PT), aos 120 dias os genótipos G08, G14Q, e G04P apresentaram os maiores valores, apresentando PT com 25.81 23.98 e 17.96 t/ha, respectivamente. Foram seguidos por G12K e G13C, que atingiram 20.40e 20.12 t/ha, valores superiores à média geral de 9.33 t/ha para esse período. Esses resultados são inferiores aos observados por Amaro et al. (2019), que reportaram produtividades variando de 26,33 a 29,89 t/ha para variedades colhidas no mesmo período. Aos 150 dias, os genótipos com maior produtividade total foram G13C, G08N, G18O e o G12K, com valores variando entre 35.55 e 29.79 t/ha valores superiores à média geral para o período que foi de 19.54%. Mendes et al. (2019) ressaltam que, genótipos com alta produtividade total nem sempre possuem alto rendimento comercial, devido à maior proporção de raízes fora dos padrões de comercialização

O genótipo G13C e G12K, apesar de terem apresentado maior produtividade aos 120 e 150 dias, apresentaram melhor desempenho nas colheitas seguintes elevando a PT em 151,36 e 129.26% na colheita de 180 dias após o plantio, destacam-se os genótipos ao ultrapassarem 45 t/ha, valores considerados excepcionais, possivelmente atribuídos a características genéticas favoráveis, aliadas a boas práticas de manejo e condições ambientais adequadas (Melo et al., 2018). Em contrapartida, genótipos como G16IL e G10M apresentaram produtividades totais significativamente inferiores nos três tempos, possivelmente devido a fatores como suscetibilidade a doenças, baixa adaptação ao ambiente de cultivo ou limitações genéticas (Cruz et al., 2012).

No que tange o quantitativo de raízes, a seguir temos a Tabela 3 que apresentará valores médios do número de raízes comerciais, raízes não comerciais e o total de raízes, obtidos a partir da soma das médias de raízes comerciais e não comerciais de genótipos de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio.

Tabela 3: Médias do número de raízes comerciais (NRC), número de raízes não comerciais (NRnC) e número de raízes totais (NRT) dado pela soma das raízes comerciais e não comerciais de genótipos de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília, 2024.

GENÓTIPO	NRC**			NRnC**			NRT**		
	120	150	180	120	150	180	120	150	180
G01R	20.000aB	29.166aE	26.666aE	32.500aD	45.833aB	9.166aD	83.333aF	75.000aE	35.833aF
G02A	21.666aB	30.833aE	50.833aD	21.666aD	44.166bB	32.500aD	43.333aD	75.000aE	83.333aF
G03G	12.500bB	41.666aE	48.333aD	17.500bD	50.833bB	89.166aC	30.000bD	92.500aE	137.500aE
G04P	70.000aA	75.000aD	56.666aD	176.666a	120.833aA	145.000aB	246.666aB	195.833aC	195.833aC
G05F	25.000bB	103.333aC	117.500aB	64.166bD	154.166aA	162.500aB	89.166bC	257.500aB	280.000aC
G06E	15.000bB	39.166aE	55.833aD	38.333bD	65.833bB	113.333aC	53.333bD	105.000bD	169.166aD
G07H	24.166bB	25.833bE	55.833aD	25.833aD	25.833aB	31.666aD	50.000aD	51.666aE	87.500aF
G08N	72.500aA	88.333aC	89.166aC	65.000aD	56.666aB	50.000aD	137.500aC	145.000aD	139.166aE
G09D	20.833bB	45.833bE	83.333aC	23.333aD	16.666aB	40.833aD	44.166bD	62.500bE	124.166aE
G10M	14.166aB	40.833aE	23.333aE	23.333aD	19.166aB	22.500aD	37.500aD	60.000aE	45.833aF
G11L	14.166bB	113.333aB	113.333aB	49.166bD	69.166bB	155.000aB	63.333cD	182.500bC	268.333aC
G12K	60.833bA	87.500bC	128.333aB	33.333aD	27.500aB	79.166aC	94.1667bC	115.000bD	207.500aD
G13C	61.666cA	195.000bA	243.333aA	385.000aA	165.000cA	295.000bA	446.666bA	360.000aA	538.333aA
G14Q	70.833aA	62.500aD	55.000aD	67.500aD	18.333aB	27.500aD	138.333aC	80.833aE	82.500aF
G15B	2.500cB	55.000bD	112.500aB	2.500cD	82.500bB	172.500aB	5.000cD	137.500bD	285.000aC
G16I	30.000aB	7.500aE	0.0aE	115.000aC	30.000bB	50.000bD	145.000aC	37.500bE	50.000bF
G17J	15.000bB	137.500aB	27.500bE	12.500bD	150.000aA	55.000bD	27.500bD	287.500aB	82.500bF
G18O	7.500cB	130.000aB	102.500bB	20.000cD	72.500bB	285.000aA	27.500cD	202.500bC	387.500aB

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas referem-se ao tempo e médias seguidas de letra maiúscula nas colunas referem-se ao genótipo. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de “Scott-Knott” em nível de 5% de probabilidade.

Como podemos observar na Tabela 3 quanto ao número de raízes comerciais, os genótipos G03G, G05F, G06, G07H, G09D, G11L, G15B, G17J e G18O apresentaram diferença estatística em relação aos demais tempos com médias variando entre 2.500 e 25.000 raízes/ha aos 120 dias apresentando menores médias nesse período em relação aos demais tempos. Não houve diferença significativa para NRC entre os tempos para os genótipos G01R, G02A, G07H, G08N, G10M, G14Q e G16I.

Em contrapartida, G08N, G14Q, G04P, G13C e G12K, obtiveram o maior número de raízes comerciais atingindo médias de 72.500 a 60.833 mil raízes por hectare, corroborando com os resultados encontrados para produtividade uma vez que, o G13C foi ainda aquele com maior quantitativo de raízes não comerciais e totais em 120 dias sendo 446.666 NTT dos quais 385.000 foram não comerciais seguido por G04P com NTT 246.666 e NRnC 176.66/ha.

Aos 150 dias G13C apresentou maior NRC, NRnC e NTT superando os demais no período, apresentando uma média de 195.000 NRC por hectare seguido pelo genótipo G17J, G18O e G11L que variaram o NRC de 137.000 a 113.333. Quanto ao NRnC o G13C ainda se destaca juntamente com G05F e o G17J variando de 165.000 a 150.000 número de raízes não comerciais ou fora do padrão de mercado. Aos 180 dias o G13C se manteve como nas demais colheitas, ocupando os grupos com maiores médias para NRC com 243.33, NRnC 295.000 agrupado juntamente com o G18O com 285.000 o NRnC.

Quanto ao número de raízes total, o G13C destaca-se de modo geral com média de 538.3333 raízes por hectare seguido do G18O com média de NTT 387.500 raízes por hectare. É fundamental considerar outros atributos que influenciam a qualidade e o potencial produtivo dos genótipos. Assim, características de comprimento médio, diâmetro médio, espessura da casca e número de furos também foram analisadas, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Médias de comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF) para os 18 genótipos avaliados de batata-doce colhidos 120, 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília, 2024.

GENÓTIPO	CM (cm) **			DM (mm) **			EC (mm) **			NF**		
	120	150	180	120	150	180	120	150	180	120	150	180
G01R	15.06aB	15.06aB	18.4aB	59.07cC	71.94bC	97.21aA	2.40bC	2.56bC	3.26aA	4.13bA	2.40bA	16.53aB
G02A	21.86aA	25.00aA	22.93aA	59.43aC	64.62aD	69.07aB	2.50aC	2.16aD	1.80bC	4.06bA	4.66bA	23.40aA
G03G	14.53bB	24.00aA	21.73aA	54.30aC	58.90aD	60.36aC	2.60aC	2.66aC	1.76bC	3.56aA	4.80aA	0.46aC
G04P	19.46bA	23.13aA	19.93bA	60.36aC	65.39aD	55.49aC	2.50aC	1.50bE	1.33bD	0.80aB	0.06aB	0.0aC
G05F	18.66aA	19.66aB	21.80aA	53.99bC	73.31aC	75.01aB	3.50aB	2.13bD	3.20aA	0.46aB	1.66aB	1.73aC
G06E	12.33bB	15.20aC	17.20aB	35.53bD	52.34aD	52.23aC	1.90bD	3.10aB	1.63bC	0.13aB	0.0aB	0.26aC
G07H	14.60cC	14.60cC	23.7aA	59.22bC	60.62bD	87.42aA	2.3aC	1.63bE	1.33bD	2.73aA	4.6aA	1.26aC
G08N	20.73aA	20.93aB	20.53aA	78.54aA	88.38aB	83.64aB	1.8bD	2.73aC	1.73bC	3.20aA	4.2aA	0.80aC
G09D	15.46aB	16.33aC	16.4aB	66.61bB	103.62aA	98.3aA	1.8cD	3.60aA	2.90bB	3.40aA	4.8aA	1.20aC
G10M	14.00aB	16.60aC	16.7aB	51.80aC	65.21aD	58.5aC	2.06aD	2.43aC	1.33bD	6.73aA	4.2aA	1.2aC
G11L	12.67aB	16.53aC	14.0aB	38.43bD	58.06aD	56.1aC	2.5aC	2.50aC	1.33bD	0.86aB	0.1aB	0.0aC
G12K	23.13aA	22.87aA	23.2aA	65.02aB	73.86aC	72.0aB	2.7aC	2.16bD	1.96bC	0.80aB	0.3aB	1.0aC
G13C	15.06aB	16.13aC	18.5aB	45.39bD	59.19aD	58.7aC	2.1aD	2.30aD	1.36bD	0.13aB	0.0aB	0.4aC
G14Q	20.06aA	17.20bC	21.7aA	77.14bA	86.46aB	94.7aA	3.9aB	2.30bD	2.70bB	4.80aA	0.33aB	0.0aC
G15B	20.00bA	18.00bC	23.69aA	79.40aA	44.53bE	42.4bD	3.0aC	1.60bE	0.0cE	0.0aB	0.0aB	0.0aC
G16I	16.00aB	4.50bD	0.0cC	41.870aD	26.79bF	0.0cE	1.8aD	1.90aD	0.0bE	0.44aB	0.0aB	0.0aC
G17J	18.00aA	17.70aC	19.3aB	60.00bC	39.63cE	78.0aB	2.2aD	2.10aD	2.00aC	0.0aB	0.0aB	0.0aC
G18O	14.40aB	16.30aC	18.6aB	78.24bA	96.53aA	65.7cC	5.6aA	2.50bC	1.40cD	0.0aB	0.0aB	0.0aC

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas referem-se ao tempo e médias seguidas de letra maiúscula nas colunas referem-se ao genótipo. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de “Scott-Knott” em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados do experimento mostram que, o tempo de colheita influenciou significativamente o comprimento médio das raízes de batata-doce, com variações expressivas entre os genótipos analisados. Em geral, observou-se variação significativa no tempo para os genótipos G03G, G04P, G06E, G07H, G14Q, G15B e G16I. Os genótipos G06E e G03G apresentaram menor comprimento médio aos 120 dias em relação ao 150 e 180 dias, que não tiveram diferença estatística entre si em relação ao tempo.

O Genótipo G04P obteve o maior CM aos 150 dias, quando atingiu 23.12 cm houve uma redução do CP das raízes comerciais aos 180 dias para 19.93 cm, no entanto, entre os genótipos o G04P se manteve no grupo de maiores médias de comprimento. Esse padrão é consistente com os achados de Lourie (2015), que indicam que o crescimento da batata-doce tende a se intensificar até cerca de 150 dias após o plantio, sendo influenciado por fatores genéticos e ambientais.

O G07H obteve maior CM 23.733 cm na terceira colheita e menor CM, 14.60 cm na segunda colheita. O G15B obteve um aumento no CM da raiz 18,45% da primeira colheita para a terceira enquanto, o G14Q obteve menor CM aos 150 dias com uma redução de 16.66% em relação a 120 dias e 26,16% em relação a 180 dias. O que sugere um crescimento tardio e possivelmente um período de enchimento mais prolongado das raízes tuberosas. Esse comportamento pode estar relacionado a diferenças na expressão de genes associados à maturação das raízes, conforme descrito por Afek et al. (2010), que aponta que certas variedades de batata-doce apresentam um acúmulo gradual de biomassa até estágios mais avançados do ciclo.

Em contrapartida, o genótipo G16I apresentou um comportamento distinto, com uma drástica redução no comprimento médio entre 120 e 180 dias, esse não obteve raízes comerciais para serem avaliadas na terceira colheita. Esse resultado pode indicar uma alta sensibilidade ao estresse ambiental ou uma maturação precoce seguida por degradação do sistema radicular, como sugerido por Villordon et al. (2009), que destacam a influência de fatores ambientais e fisiológicos no desenvolvimento das raízes tuberosas.

A comparação entre os genótipos evidencia diferenças genéticas significativas na taxa de crescimento e maturação das raízes. Alguns genótipos, como G02A, G12K e G15B, mantiveram altos valores de comprimento em todas as fases de avaliação, sugerindo uma maior estabilidade genética e adaptação às condições do experimento. Em contrapartida, genótipos como G06E, G07H e G14Q apresentaram flutuações mais

acentuadas no comprimento ao longo do tempo, indicando maior sensibilidade às condições ambientais. A escolha do genótipo é um fator determinante para a produtividade da batata-doce, pois cada variedade possui características específicas de crescimento que podem afetar diretamente o rendimento final da cultura.

Além disso, o comprimento médio das raízes tem impacto direto na aceitação comercial e na produtividade da batata-doce, uma vez que raízes mais longas geralmente são preferidas para determinados mercados. Genótipos que apresentaram uma redução do comprimento ao longo do tempo podem indicar menor eficiência na conversão de biomassa ou suscetibilidade a fatores ambientais adversos. Para fins comerciais, os genótipos G02A, G05F, G12K, G14Q, G15B, G17J se destacam como potenciais candidatos devido à sua consistência no crescimento e no desenvolvimento das raízes.

Os resultados do diâmetro médio dos 18 genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita indicam variações significativas tanto ao longo do tempo quanto entre os genótipos. De maneira geral, podemos observar um aumento progressivo do diâmetro das raízes conforme o tempo de colheita avança, o que é consistente com estudos anteriores que analisam a dinâmica de crescimento da batata-doce. de acordo com Laurie et al. (2015), o diâmetro da raiz tende a aumentar com o tempo devido ao acúmulo contínuo de biomassa, mas essa taxa de crescimento pode variar conforme a variável e as condições ambientais.

A análise dos dados revelou que, a maior parte dos genótipos teve aumento significativo no diâmetro ao longo do tempo. O genótipo G01R com diâmetro médio de 59,07 mm aos 120 dias, evoluiu para 71,94 mm aos 150 dias e alcançou 97,21 mm aos 180 dias enquanto o G16I teve a maior média de DM aos 120 dias com 41.87mm decaindo para 26.79 mm em 150 dias. O G18O apresentou variação significativa nos três momentos, 78.14 em 120 dias, 96.5300 em 150 dias e diminuindo o DM para 65.73 mm em 150, indicando que para tal, o momento com maior DM seria aos 150 dias assim como G09D que atingiu o maior diâmetro médio DM em 150 dias de 103.62mm sendo esse, ainda o maior DM entre os genótipos nos três tempo.

Para os genótipos G05F, G06E, G11L, G13C e G14Q houve uma diferença significativa entre o tempo 120 comparados com 150 e 180 dias apresentando uma média de crescimento positivo do DM entre os 120 e 180 dias, variando entre 22.75 e 47.01%. Esse padrão de crescimento sugere um desenvolvimento contínuo e eficiente a colheita tardia. Estudos como os de Afek et al. (2010), indicam que, variedades com alto potencial

de crescimento apresentam um ganho substancial no diâmetro das raízes até os 180 dias, tornando-se ideais para colheitas tardias.

No que se refere a espessura da casca da batata-doce, essa característica mostrou-se influenciada tanto pelo tempo de colheita quanto pelo genótipo cultivado. Os dados coletados indicaram que, para maioria dos genótipos, a espessura da casca tende diminuir com o passar do tempo, sendo a maior EC aos 120 dias e menor aos 180 dias. Essa tendência pode ser atribuída ao processo de maturação que consiste no acúmulo de biomassa na raiz, no qual a casca tende a se tornar mais fina. Foi possível observar tal movimento nos genótipos G02A, G03G, G04P, G07H, G10M, G11L, G12K, G13C, G17J, G15B e G18O para tais, a EC teve variações entre 5.6 e 1.8 mm aos 120 dias, 2.6 e 1.5 mm aos 150 dias e 2.7 e 1.3 mm aos 180 dias. Estudos anteriores corroboram essas observações. Sousa (2018) avaliou o desempenho agrônômico de diferentes genótipos de batata-doce e encontrou que os genótipos Brazlândia Rosada e Batata Africana 1 apresentaram as maiores espessuras de casca, com 1.1 mm, enquanto outros genótipos exibiram cascas mais finas.

Alguns genótipos apresentaram comportamento inverso. O G01R apresentou um aumento progressivo da EC passando de 2.4 mm em 120 dias para 3.2 mm em 180 dias. Enquanto o G05F apresentou a EC 3.5 mm em 120 dias, em 180 dias reduziu para 2.1 mm e voltou a aumentar em 180 dias atingindo 3.2 mm. A mesma oscilação ocorreu com o G06E esse teve variações significativa nos três momentos de colheita onde na primeira a EC foi 1.9 mm, no segundo momento 3.1 mm e na terceira colheita, reduziu para 1.6 mm. O G16I e o G17J não apresentaram variação significativa para EC ao longo do tempo. Kalkmann (2011) observou que a espessura da casca apresentou alta herdabilidade e relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental, sugerindo que essa característica pode ser eficientemente selecionada em programas de melhoramento genético. Raízes com cascas mais espessas tendem a ser mais resistentes a danos mecânicos e a perdas de umidade durante o armazenamento, aumentando sua durabilidade e reduzindo o risco de infecções por patógenos.

Quanto a análise do número de furos (NF), houveram variações significativas entre os genótipos, em relação ao tempo, observou-se que, os genótipos G01R e G02A apresentam um aumento significativo no número de furos aos 180 apresentando médias de 16.5 e 23.4 furos respectivamente. Em contrapartida, os genótipos de G03G a G18O mantiveram baixos índices de NF ao longo dos períodos avaliados, sugerindo uma

resistência intrínseca aos ataques de insetos de solo. Estudos anteriores corroboram essas observações. França e Ritschel (2002) avaliaram 366 acessos de batata-doce e identificaram que aproximadamente 21% dos acessos mostraram-se resistentes a crisomelídeos e elaterídeos, destacando a influência genética na resistência a esses insetos.

Para melhor visualizar o comportamento dos 18 genótipos ao longo dos diferentes tempos de colheita, foi gerado um dendrograma que ilustra o agrupamento desses genótipos com base nas variáveis avaliadas no desempenho agrônomo da batata-doce. O dendrograma a seguir (Figura 6) permite identificar padrões de similaridade entre os genótipos evidenciando a formação de grupos distintos, permitindo a identificação de genótipos com características agrônomicas semelhantes. Sousa et al. (2019) aponta que, clones em conjuntos mais distantes são distintos e podem ser considerados uma hibridação artificial promissora para obter populações segregantes superiores.

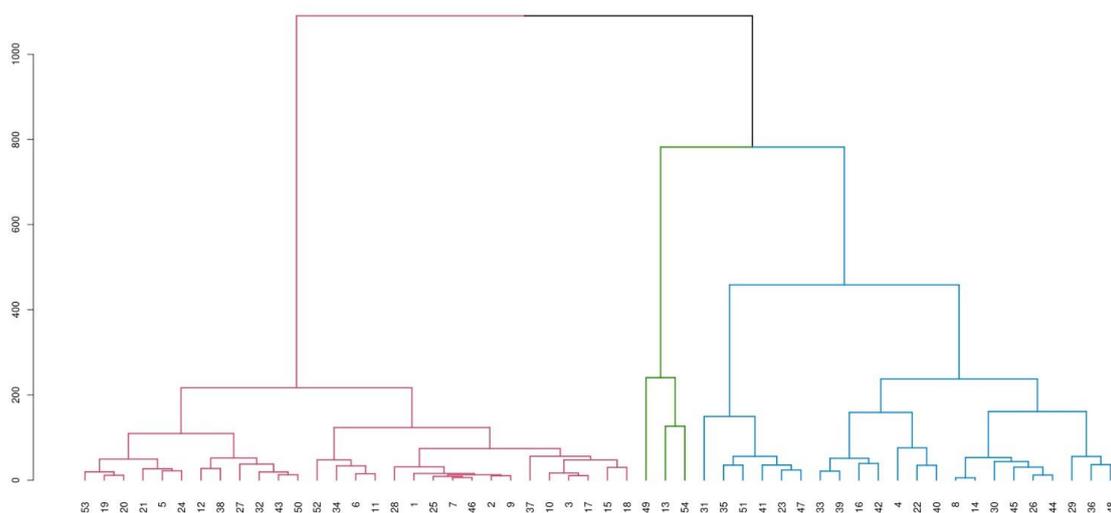


Figura 6: Dendrograma representando o agrupamento dos 18 genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita 120, 150 e 180 dias, com base nas variáveis agrônomicas avaliadas no campo. O agrupamento foi realizado utilizando o método de ligação Ward e a matriz de dissimilaridade baseada na distância euclidiana.

A seguir, a Figura 7 demonstra a matriz correlação de Pearson produzida a partir dos dados coletado em campo para as variáveis de desempenho agrônomo e qualidade da raiz nos diferentes tempos de colheita.

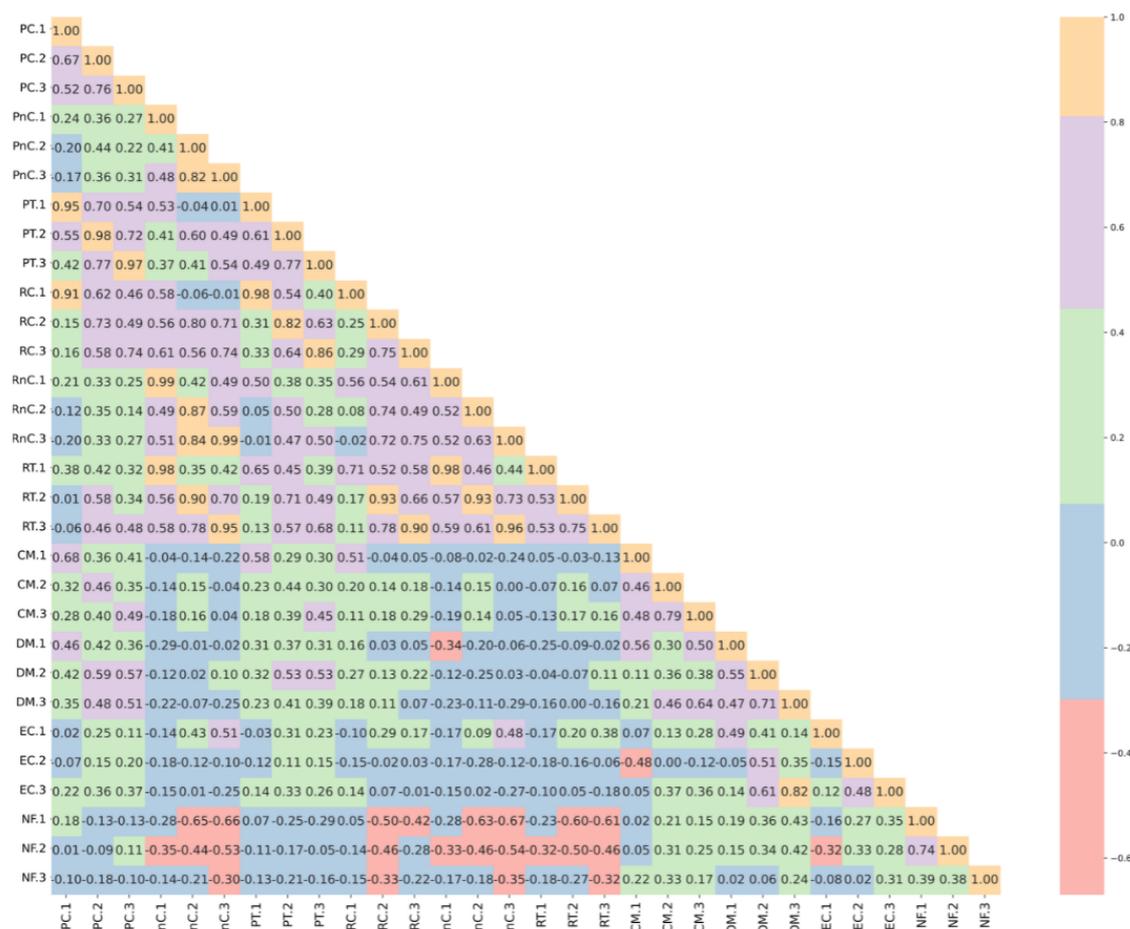


Figura 7: Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis produtividade comercial (PC), produtividade não comercial (PnC), produtividade total (PT), número de raízes comerciais (RC), número de raízes não comerciais (RnC), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), espessura da casca (EC) e número de furos (NF) em relação aos três tempos de colheita. O número ao lado da sigla da variável refere-se o momento de colheita 120, 150 e 180 dias 1,2 e 3 respectivamente. Brasília-DF, UnB, 2024.

A análise da relação entre essas características é uma ferramenta fundamental para definir estratégias eficazes de melhoramento genético, pois permite identificar a influência de uma variável sobre a outra (Vilela, 2008). Nesse sentido podemos observar que, as variáveis relacionadas à produtividade apresentam alta correlação com o tempo, demonstrando uma tendência de crescimento, assim como o número total de raízes.

Temos ainda que, à medida que o número de furos aumenta, a proporção de raízes não comerciais diminui. Esse resultado sugere que as raízes que atendem aos critérios de produtividade comercial tendem a apresentar um maior número de furos, possivelmente devido à sua maior atratividade para insetos de solo. Além disso, o diâmetro médio no tempo 1 apresenta uma correlação inversa com o número de raízes não comerciais no mesmo período, reforçando a ideia de que as raízes comerciais são mais suscetíveis ao ataque de insetos.

Quanto a espessura da casca, essa no tempo 3 apresentou alta correlação com o diâmetro médio, o que pode indicar um potencial de resistência a danos mecânicos durante o armazenamento e transporte. Já a espessura da casca no tempo 2 apresenta uma correlação inversa com o comprimento médio no tempo 1, sugerindo que raízes mais alongadas tendem a ter cascas mais finas. Por fim, verifica-se que as raízes com um maior número de furos também apresentam maior tamanho, evidenciando uma possível relação entre o desenvolvimento da raiz e a suscetibilidade ao ataque de insetos.

5.3 Avaliação Físico-química

Quanto as características físico-químicas dos diferentes genótipos de batata-doce, agrupadas conforme o tempo de colheita 150 e 180 dias temos que, uma vez realizado o teste de análise de variância as variáveis teor de umidade, teor de cinzas, percentual de sólidos solúveis, acidez total titulável, teor de amido, teor de proteínas e carboidratos totais conduzidas a partir do teste F, a um nível de significância de 1% de probabilidade ($p < 0,001$) revelou diferenças significativas para todas as variáveis, exceto para o teor de lipídios, que não apresentou significância estatística ($p > = 0,005$). A Tabela 5 apresenta o teste de comparação de médias “Scott-Knott”, evidenciando o agrupamento dos genótipos em relação ao tempo de análise.

Tabela 5: Médias de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (ATT) em 100mL de solução, teor de umidade (TU), teor de cinzas (TC), teor de amido (TA), teor de proteína (TP), teor de lipídios (TL), carboidratos totais (CT) calculados a partir da diferença dos teores de proteína, lipídios, umidade e cinzas de 100%, para os 17 genótipos avaliados de batata-doce, colhidos 150 e 180 dias após o plantio. UnB, Brasília, 2024.

GENÓTIPO	°Brix % **		ATT **		TU (%) **		TC (%) **		TA (%) **		TP (%) **		TL (%) ^{ns}		CT (%) **	
	150	180	150	180	150	180	150	180	150	180	150	180	150	180	150	180
G01R	5.18bC	9.11aA	0.1174bA	0.2124aC	33.64aA	27.74bC	3.36bD	5.47aB	66.56aB	52.46aB	1.49bB	2.72aA	0.057aA	0.160aA	65.01aC	63.90aB
G02A	5.61aC	7.35aB	0.1880aA	0.1973aC	32.91aA	26.69bC	3.51aD	3.56aC	67.13aB	74.26aA	1.81aA	1.04bC	0.335aA	0.090aA	61.41bD	68.60aA
G03G	5.43aC	7.51aB	0.1782bA	0.2547aC	36.81aA	32.63bB	2.74aD	3.76aC	69.43aB	70.50aA	1.42aB	1.96aB	0.117aA	0.126aA	59.07aE	61.51aC
G04P	7.51aB	8.05aB	0.1601bA	0.2387aC	33.88bA	37.91aA	3.63aD	2.61aC	61.15aB	70.63aA	2.23aA	1.90aB	0.135aA	0.166aA	60.17aE	57.40aD
G05F	8.96aB	9.85aA	0.1797bA	0.2850aB	21.50bD	28.60aC	6.75aB	4.53bB	56.65aB	56.29aB	1.91bA	2.78aA	0.177aA	0.220aA	69.64aB	63.80bB
G06E	7.31bC	10.10aA	0.2108bA	0.3890aA	35.88aA	36.15aA	3.89aD	2.58aC	90.01aA	71.36aA	1.86bA	2.58aA	0.028aA	0.120aA	58.38aE	58.55aD
G07H	11.60aA	10.03aA	0.1598bA	0.3053aB	39.00aA	39.05aA	3.33aD	2.85aC	79.41aA	76.98aA	2.13aA	1.86aB	0.216aA	0.126aA	55.31aE	56.09aD
G08N	9.28aB	6.95bB	0.1801aA	0.2012aC	24.38aC	16.11bE	4.90bC	9.89aA	92.84aA	76.28aA	1.32aB	1.67aC	0.178aA	0.413aA	69.21aB	68.28aA
G09D	7.16aC	6.20aB	0.2057aA	0.2482aC	21.85aD	23.61aD	5.18aC	3.90aC	86.50aA	74.07aA	1.82aA	1.80aB	0.216aA	0.296aA	70.92aB	70.39aA
G10M	8.70aB	7.98aB	0.2206aA	0.2530aC	29.13aB	26.03aC	3.43bD	4.90aB	98.26aA	66.64bA	1.73bB	3.10aA	0.090aA	0.133aA	65.61aC	66.45aB
G11L	10.85aA	8.60aA	0.2356aA	0.2847aB	29.30aB	26.76aC	4.29aC	4.90aB	90.94aA	61.27bB	2.41aA	1.58bC	0.232aA	0.093aA	63.75aD	66.65aB
G12K	11.55aA	10.41aA	0.2349aA	0.2426aC	25.10aC	28.96aC	8.35aA	4.43bB	86.83aA	51.35bB	2.45aA	1.55bC	0.170aA	0.090aA	63.91aD	65.56aB
G13C	10.01aB	9.71aA	0.1892aA	0.2445aC	34.47aA	35.98aA	3.63aD	3.33aC	85.04aA	56.50bB	2.38aA	2.92aA	0.099aA	0.086aA	59.40aE	57.68aD
G14Q	7.59aC	5.83aB	0.1729aA	0.2342aC	18.98aD	22.29aD	4.92aC	4.50aB	79.40aA	67.62aA	0.81bC	2.00aB	0.242aA	0.126aA	75.02aA	71.07bA
G15B	9.25aB	9.38aA	0.1728bA	0.2790aB	34.72aA	35.87aA	4.46aC	3.72aC	89.45aA	61.33bB	2.12aA	1.85aB	0.198aA	0.133aA	58.48aE	58.51aD
G17J	10.46aA	8.93aA	0.1828bA	0.2834aB	32.73aA	32.91aB	4.13aC	3.35aC	88.98aA	72.01aA	2.01aA	1.98aB	0.422aA	0.133aA	60.70aE	61.62aC
G18O	8.90aB	7.64aB	0.1909bA	0.2665aC	34.87aA	34.87aA	3.60aD	3.63aC	79.78aA	47.81bB	1.66aB	2.17aB	0.367aA	0.390aA	59.48aE	60.41aC

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas referem-se ao tempo e médias seguidas de letra maiúscula nas colunas referem-se ao genótipo. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de “Scott-Knott” em nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados da análise de variância e do teste de agrupamento de médias para o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), observou-se que os genótipos G01R e G06E apresentaram diferença estatística significativa em relação ao tempo de colheita. Ambos demonstraram um aumento no teor de sólidos solúveis entre 150 e 180 dias, com incrementos de 75,86% e 38,16%, respectivamente. Aos 150 dias, houve uma variação considerável entre os genótipos, com valores de $^{\circ}$ Brix variando de 5,18 a 11,60. Nesse período, os genótipos que se destacaram com os maiores teores de sólidos solúveis foram G07H, G11L, G12K e G17J.

Em contrapartida, foi observado que o genótipo G08N apresentou um comportamento oposto, registrando uma redução de 32% no teor de sólidos solúveis aos 180 dias, para tal colheita, os genótipos que apresentaram os maiores valores de $^{\circ}$ Brix foram G12K, G07H, G06E, G13C, G15B, G05F e G17J, variando entre 10,41 e 8,98 $^{\circ}$ Brix. Estudos indicam que o teor de sólidos solúveis em diferentes acessos de batata-doce varia entre 7,43 e 13,57 $^{\circ}$ Brix (EMBRAPA, 2022). Especificamente, a cultivar BRS Anembé apresenta um teor de sólidos solúveis de 15,5 $^{\circ}$ Brix (EMBRAPA, 2021), enquanto a BRS Cotinga possui valores acima de 11 $^{\circ}$ Brix (EMBRAPA, 2020).

No que se refere à acidez total titulável (ATT) em função do tempo de colheita, os genótipos G01R, G03G, G04P, G06E, G07H, G15B, G17J e G180 apresentaram diferença estatística significativa entre os períodos avaliados, com um aumento nos valores de ATT no segundo tempo avaliado. Em relação ao teste de agrupamento de médias, não foi observada diferença estatística entre os genótipos no primeiro tempo avaliado (150 dias), indicando uma estabilidade nos valores de ATT nessa fase variando de 0,23 a 0,11%. Araújo et al. (2015) observaram 0,20% de ATT ao analisar características de acidez em batata-doce. Entretanto, no segundo tempo (180 dias), o genótipo G06E se destacou, apresentando o maior valor de acidez total titulável, com um aumento expressivo de 84,53% em comparação ao primeiro tempo avaliado. Esse aumento pode estar relacionado a fatores fisiológicos ou ambientais que influenciam a composição química das raízes ao longo do tempo.

No que diz respeito ao teor de umidade, os genótipos G01R, G02A, G03G e G08N apresentaram diferença significativa entre os tempos de colheita, com uma redução nos valores entre 150 e 180 dias, indicando uma possível perda de água ao longo do período. Em contrapartida, os genótipos G04P e G05F também mostraram variação significativa, porém com um aumento no teor de umidade no segundo tempo de colheita, sugerindo um

comportamento diferenciado entre os genótipos em relação à retenção de água. Aos 150 dias, os valores de umidade variaram de 18,98% a 39%, enquanto que aos 180 dias a variação foi de 22,29% a 39,05%.

Esses resultados indicam que a umidade das raízes de batata-doce pode ser influenciada não apenas pelo tempo de colheita, mas também pelas características genéticas de cada genótipo, o que pode impactar diretamente sua qualidade pós-colheita e potencial de armazenamento. Kalkmann (2011), obteve teores de umidade variando entre 68,5% e 74,5% para diferentes genótipos de batata-doce. Esses valores são significativamente superiores aos observados no presente estudo.

A análise do teor de cinzas nos diferentes genótipos revelou variações significativas entre os tempos de colheita. Os genótipos G01R, G05F, G08N, G10M e G12K apresentaram diferenças estatísticas em relação ao período. Especificamente, G01R, G08N e G10M exibiram um aumento no percentual de cinzas aos 180 dias, enquanto G05F e G12K demonstraram uma redução nesse teor entre 150 e 180 dias.

Aos 150 dias, o genótipo G12K registrou o maior valor médio de cinzas, com 8,35% em 10 g de amostra fresca, enquanto o genótipo G03G apresentou o menor percentual, com 2,74%. Já aos 180 dias, o genótipo G08N destacou-se com o maior teor de cinzas, atingindo 9,89%, enquanto o G06 apresentou o menor valor, com 2,58%. Esses resultados indicam diferenças na composição mineral entre os genótipos avaliados. Dako et al. (2016) identificaram teores de cinzas superiores a 1 g/100 g em batata-doce, com algumas amostras da variedade roxa atingindo até 4,9 g/100 g. Além disso, estudos prévios apontam que a concentração de cinzas reflete a riqueza da amostra em elementos minerais, pois representa a fração inorgânica resultante da incineração completa do material vegetal analisado (Almeida, 2003).

Para teor de amido nos genótipos de batata-doce, observou-se que, aos 150 dias, os genótipos G10M, G11L, G12K, G13C, G15B e G18O apresentaram os maiores teores desse componente. No entanto, na colheita realizada aos 180 dias, esses genótipos apresentaram uma redução no teor de amido. Ao analisar a variação entre os genótipos, foi possível identificar dois grandes grupos. No primeiro tempo avaliado (150 dias), o grupo com as maiores médias apresentou TA variando de 86,50% a 90,94%, enquanto o grupo com os menores valores variou entre 56,65% e 69,43%.

Já na colheita realizada aos 180 dias, houve uma reconfiguração nesses valores, com o grupo de maiores médias variando entre 76,97% e 66,64%, e o grupo com menores

médias apresentando teores de amido entre 61,33% e 47,81%. Esses valores são superiores aos relatados por Andrade Júnior et al. (2012), que encontraram teores de amido entre 16,0% e 23,9% em diferentes clones de batata-doce. Por outro lado, estudo realizado por Carvalho et al. (2024), identificou teores de amido variando de 78,7% a 96,7% em genótipos selecionados, valores próximos aos encontrados no presente estudo.

Em relação aos teores de proteína nos genótipos de batata-doce, observou-se um aumento significativo desse parâmetro entre os tempos de colheita para os genótipos G01R, G05F, G06, G10M e G14Q. Por outro lado, os genótipos G02A, G11L e G12K apresentaram uma tendência oposta, com redução nos teores de proteína no segundo tempo de colheita. No primeiro período avaliado, os teores de proteína variaram entre 0,81% e 2,45%, enquanto no segundo tempo essa variação foi de 1,04% a 3,10%. Resultados superiores aos encontrados por Batistuti et al. (1992), de 1,1 a 1,7%, analisando oito cultivares de batata-doce. Em contrapartida, Andrade Júnior et al. (2012) relataram teores de proteína bruta em raízes de batata-doce variando de 3,9 a 4,6% em diferentes genótipos.

Não houve diferença estatística significativa nos teores de lipídios entre os tempos analisados nem entre os genótipos avaliados. Aos 150 dias, os valores variaram de 0,02% a 0,42%, enquanto aos 180 dias oscilaram entre 0,08% e 0,41%. Esses resultados são inferiores aos encontrados por Andrade Júnior et al. (2012), que relataram teores de lipídios entre 0,6% e 0,8% e aos obtidos por Cereda et al. (1985) em diferentes cultivares de batata-doce, com 0,9%. Já Leonel et al. (1998), observaram 0,2% de TL, corroborando os valores de alguns dos genótipos analisados neste estudo.

Os carboidratos totais apresentaram variação significativa ao longo do tempo para alguns genótipos. O genótipo G02A demonstrou um aumento na proporção de carboidratos totais com o avanço da colheita, enquanto o G05F apresentou uma redução nesse parâmetro. No que se refere à variação entre os genótipos, no primeiro tempo de colheita, o G14Q destacou-se com o maior teor de carboidratos totais, atingindo 75,02%. Já no segundo tempo, os genótipos G02A, G08N, G09D e G14Q formaram um grupo com as maiores médias, variando entre 68,28% e 71,07%. De acordo com Silva et al. (2010), a raiz da batata-doce possui aproximadamente 30% de matéria seca, composta, em média, por 85% de carboidratos, sendo o amido o principal componente.

A fim de facilitar a compreensão do comportamento dos 17 genótipos nos dois períodos de colheita (150 e 180 dias), foi elaborado um dendrograma que representa o

agrupamento desses genótipos com base nas características físico-químicas da batata-doce. O dendrograma apresentado a seguir (Figura 8) possibilita a identificação de padrões de semelhança entre os genótipos, destacando a formação de grupos distintos e permitindo reconhecer aqueles que compartilham atributos físico-químicos semelhantes.

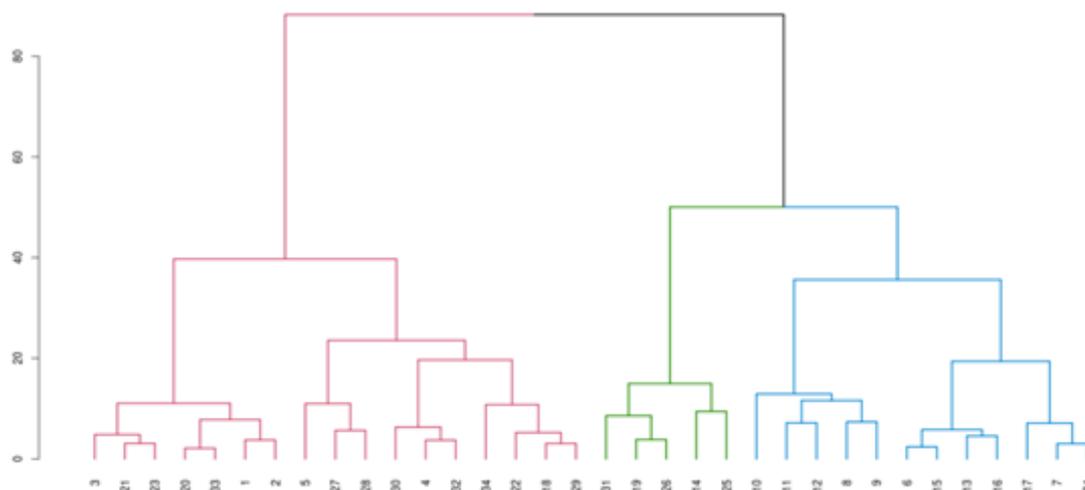


Figura 8: Dendrograma representando o agrupamento dos 17 genótipos de batata-doce em diferentes tempos de colheita 150 e 180 dias, com base nas variáveis físico-químicas avaliadas. O agrupamento foi realizado utilizando o método de ligação Ward e a matriz de dissimilaridade baseada na distância euclidiana.

A seguir a Figura 9 exibe a matriz de correlação de Pearson, gerada a partir dos dados obtidos na análise físico-química da raiz, considerando os diferentes genótipos e períodos de colheita.

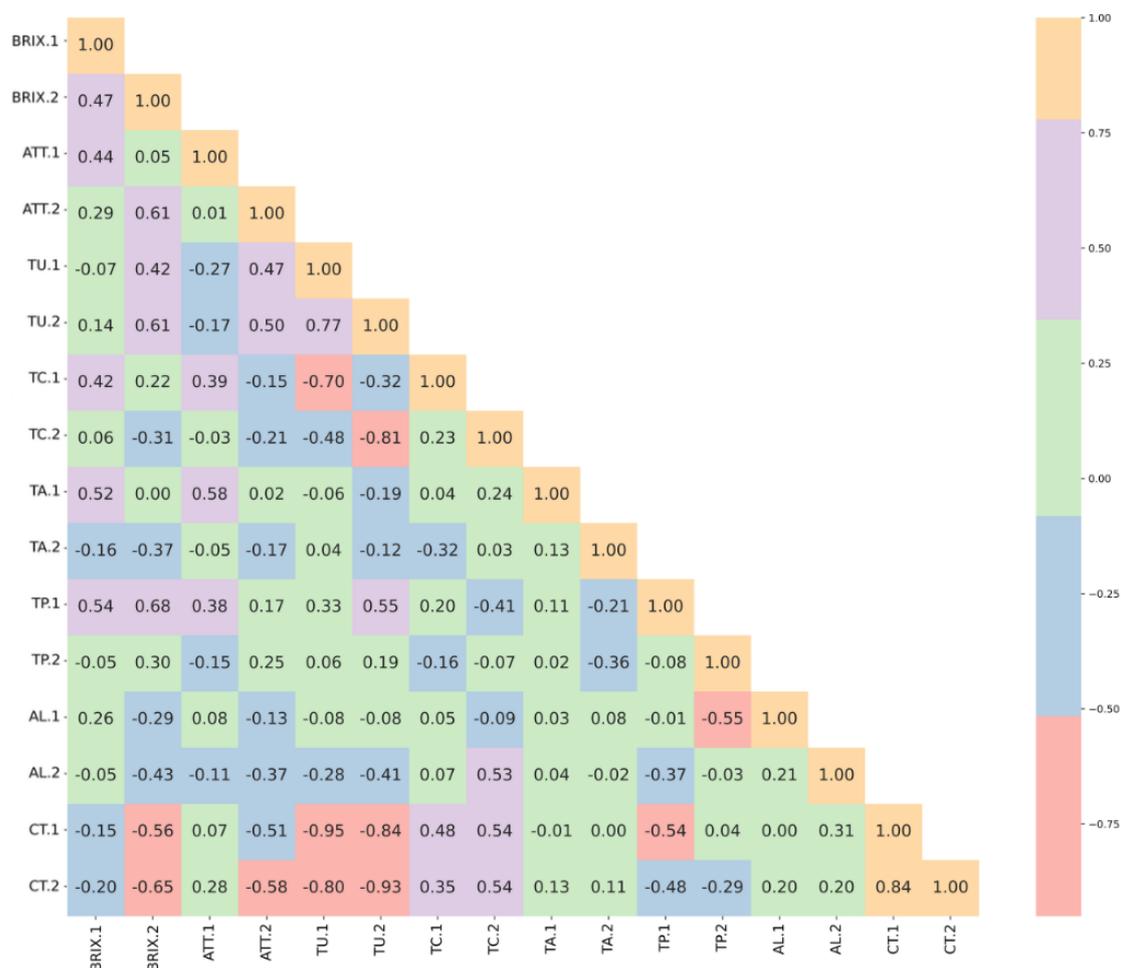


Figura 9: Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis percentual de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez total titulável (ATT), teor de umidade (TU), teor de cinzas (TC), teor de amido (TA), teor de proteínas (TP) análise de lipídios (TL) e carboidratos totais (CT) em relação aos dois tempos de colheita. O número ao lado da sigla da variável refere-se ao momento de colheita 150 e 180 dias 1 e 2 respectivamente. Brasília-DF, UnB, 2024.

A partir da análise da matriz foi possível observar que, a variável $^{\circ}$ Brix no tempo 1 apresenta uma correlação positiva com $^{\circ}$ Brix no tempo 2, além de estar correlacionada com as variáveis teor de cinzas, teor de amido e teor de proteínas, o que corrobora com estudos anteriores que destacam a influência da composição de sólidos solúveis no desenvolvimento agrônomo e nas características nutricionais das raízes de batata-doce (Neunfeld et al., 2015). A acidez total titulável no tempo 2 também se correlaciona positivamente com $^{\circ}$ Brix no tempo 2, assim como com os TU nos tempos 1 e 2 e com TP no tempo 1.

Por outro lado, os carboidratos totais nos tempos 1 e 2 apresentam uma correlação inversa com $^{\circ}$ Brix no tempo 2, bem como com ATT nos tempos 1 e 2. Além disso, os TU

nos tempos 1 e 2 e o TP no tempo 1 mostram uma correlação inversa com TC no tempo 2, o que pode indicar uma relação entre a composição mineral e os outros componentes nutricionais da batata-doce. Por fim, o teor de proteínas no tempo 2 está inversamente correlacionado com a TL no tempo 1.

A seguir, figura 10, apresenta a variação de cores observada na análise da polpa de batata-doce, realizada utilizando o equipamento ColorQuest® XE. Essa ferramenta forneceu uma avaliação objetiva das amostras. A cor é um dos atributos mais relevantes dos alimentos, pois influencia diretamente a percepção de qualidade e a aceitação pelo consumidor (Velho, 2016). No caso da batata-doce, a coloração da polpa é um parâmetro essencial, pois está relacionada tanto às características sensoriais quanto ao valor nutricional do produto. Neste estudo, foi observada uma ampla variação na coloração da polpa entre os 17 genótipos avaliados, corroborando os achados de Nobrega (2015), que identificou tonalidades de polpa variando entre creme e creme escuro. De forma semelhante, Kalkmann (2011) relatou a presença de polpas com coloração creme, creme escuro, amarelo e alaranjado, ressaltando que estas últimas são especialmente desejáveis devido ao seu alto teor de carotenoides, compostos associados a benefícios nutricionais e antioxidantes.

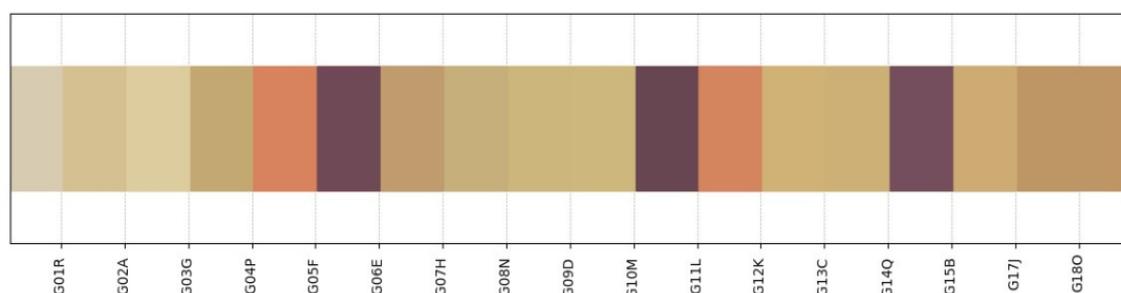


Figura 10: Demonstração dos resultados obtidos a partir da análise de cor da polpa de batata-doce realizada no equipamento ColorQuest® XE batata-doce para os 17 genótipos cultivados na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF).

6. CONCLUSÕES

A parte vegetativa dos genótipos avaliados demonstrou extrema heterogeneidade, com ampla variação nas cores e formatos das folhas e raízes. O espectro de características observadas confirma a alta diversidade morfológica da cultura, conforme descrito na literatura.

O tempo de colheita exerceu influência significativa sobre diversas características produtivas e qualitativas das raízes de batata-doce. O aumento da produtividade comercial ao longo dos períodos avaliados evidenciou que o prolongamento do ciclo favoreceu o desenvolvimento da cultura para a maioria dos genótipos, corroborando estudos anteriores que indicam uma maturação mais uniforme em fases mais avançadas. No entanto, verificou-se também um aumento na produtividade não comercial, sugerindo a necessidade de estratégias de manejo para minimizar perdas e otimizar a qualidade final do produto.

Os parâmetros físico-químicos, como teor de sólidos solúveis, acidez total titulável e teor de amido, apresentaram variações significativas entre os tempos de colheita e os genótipos analisados, indicando que a escolha do momento ideal para a colheita pode impactar diretamente a qualidade nutricional e industrial das raízes. Além disso, os genótipos demonstraram diferentes respostas em relação à retenção de umidade e composição mineral, ressaltando a importância da seleção de materiais adaptados às condições de cultivo e às exigências do mercado.

A definição da idade de colheita mostrou-se um fator determinante para a produtividade e qualidade das raízes de batata-doce.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam a grande variabilidade genética entre os genótipos de batata-doce analisados, demonstrando seu potencial para diferentes aplicações agrícolas e industriais. A diversidade observada nos aspectos morfoagronômicos, físico-químicos e nutricionais reforçam a importância da seleção de materiais genéticos adaptados às necessidades do mercado e às condições ambientais específicas.

Além disso, a influência significativa do tempo de colheita sobre a produtividade e a qualidade das raízes ressaltou a necessidade de manejo adequado para maximizar o rendimento comercial e reduzir perdas associadas a raízes não comerciais. O conhecimento gerado por este estudo pode auxiliar na recomendação de genótipos mais produtivos e com melhores características nutricionais para diferentes segmentos da cadeia produtiva.

Estudos futuros podem explorar o impacto de diferentes práticas agrícolas, como adubação, espaçamento e irrigação, na otimização do desenvolvimento das raízes e na

melhoria da qualidade nutricional. Além disso, a análise genética dos materiais estudados pode fornecer informações valiosas para programas de melhoramento, possibilitando o desenvolvimento de cultivares ainda mais adaptadas e produtivas. Dessa forma, o presente trabalho contribui para o avanço do conhecimento sobre a cultura da batata-doce e reforça a importância de pesquisas contínuas para aprimorar sua produção e aproveitamento.

REFERÊNCIAS

- AFEK, U.; KAYS, S.J. Postharvest Physiology and Storage of Widely Used Root and Tuber Crops. **Horticultural Reviews**, v.30, p.253, 2010.
- ALAM, M.K. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science & Technology**, v. 115, p.512–529, 2021.
- ALMEIDA, C.M.; SILVA, G.O.; QUEIROGA, R.C.F. Avaliação de genótipos de batata-doce com diferentes características de produtividade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.2, p.45-54, 2019.
- ALMEIDA, D.J.; JIACOMELLI, V.G.; MACHADO, I.S.; FREITAS, G.B.L. Quantificação e caracterização de amido e proteínas de diferentes cultivares de batata-doce *Ipomoea batatas*. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.21, n.3, p.156-160, 2017.
- ALMEIDA, M.M.B.; LOPES, M.F.G.; SOUSA, P.H.M.; NOGUEIRA, C.M.D.; MAGALHÃES, C.E.C.D. Determinação de umidade, fibras, lipídios, cinzas e sílica em plantas medicinais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.21, n.2, 2003.
- AMARO, G.B.; TALAMINI, V.; FERNANDES, F.R.; SILVA, G.O.; MADEIRA, N.R. Desempenho de cultivares de batata-doce para rendimento e qualidade de raízes em Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.1, p.1-6, 2019.
- 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, p.584-589, 2012.
- AUSTIN, D.F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. In: GREGORY, P. (Ed.). Exploration, Maintenance, Utilization of Sweet Potato Genetic Resources. **Proceedings of the First Planning Conference**, Lima, Peru, International Potato Center (CIP), p.27–59, 1987.
- AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; SILVEIRA, M.A.; FREITAS, J.A. Reação de clones de batata-doce aos insetos de solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.545-549, 2002.
- BRITO, C.H.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A. U.; DORNELES, C.S.M.; SANTOS, J.F.; NÓBREGA, J.P.R. Produtividade da batata-doce em função de doses de K₂O em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.320-323, 2006.
- BRUNE, S.; SILVA, J.B.C.; FREITAS, R.A. Novas técnicas de multiplicação de ramas de batata-doce. Brasília: Embrapa Hortaliças, **Circular técnica 39**, 2005, 8p.
- CARDOSO, A.D.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; BONFIM NETO, H.; KHOURI, C.R.; MELO, T.L. Características físicas e sensoriais de clones de batata-doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1760-1765, 2007.

CARMONA, P.A.O; PEIXOTO, J.R; AMARO, G.B; MENDONÇA, M.A. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes. **Horticultura Brasileira** 33:p. 241-250, 2015.

CHUKWU, G.O. Crop irrigation water needs of sweet potato (*Ipomoea batatas*). **African Journal of Root Tuber Crops**, v.1, p.35-38, 1995.

CONCEIÇÃO, M.K.; LOPES, N.F.; FORTES, G.R. L. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), cultivares Abóbora e Da Costa. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.10, p.313-316, 2004.

CRUZ, C.D. **GENES: A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**, 2013. Disponível em: <http://www.ufv.br>. Acesso em: 05 dez. 2024.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2002, 390p.

DAKO, E.; RETTA, N.; DESSE, G. Comparison of Three Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) Varieties on Nutritional and Anti-Nutritional Factors. **Global Journal of Science Frontier Research**, v.16, n.4, p 63-72, 2016.

EDMOND, J.B.; AMMERMAN, G.R. (Eds.). Sweet Potatoes: Production, Processing, Marketing. **Avi Publishing**, Westport, Connecticut, USA, 1971.

EMBRAPA. **Folder técnico: Batata-doce de polpa roxa BRS Anembé**. 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138500/brs-anembe-batata-doce-de-polpa-roxa>. Acesso em: 6 fev. 2025.

EMBRAPA. **Folder técnico: Batata-doce de polpa roxa BRS Cotinga**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138496/brs-cotinga-batata-doce-roxa-para-processamento-industrial>. Acesso em: 6 fev. 2025.

ENGEL, F. Exploration of the Chicla Canyon, Peru. **Current Anthropology**, v. 11, n.1, p.55–58, 1970.

FAGUNDES, M.E.; LUCCHETTA, L.; SOUZA, D.M.; GUIMARÃES, A.T.B.; KOTTWITZ, L.B.M. caracterização físico-química e de compostos bioativos de folhas de batata-doce comum e biofortificada. **Revista Faz Ciência**, v.24, n.40, 2023.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Dados agrícolas de 2022. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: jan. 2024.

FERRARI, M.D.; GUIGOU, M.; LAREO, C. Energy consumption evaluation of fuel bioethanol production from sweet potato. **Bioresource Technology**, v. 136, p. 377-384, 2013.

FERREIRA, P.V. Métodos de melhoramento. **Coleção Melhoramento de Plantas**. Maceió: EDUFAL, v. 5, 2006, 855p.

- FIGUEIREDO, A. F. Armazenamento de ramas, tipos de estacas, profundidade de plantio e análise do crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas*). (Dissertação de Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995, 127p.
- FOLQUER, F. La batata (Camote). Estudio de la planta y su producción comercial. **Editorial Hemisferio Sur**, 1978. 82p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- KALKMANN, D.C. Caracterização físico-química e avaliação da atividade antioxidante de genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade de Brasília, Brasília, 2011, 144p.
- KOBAYASHI, M.; RUSSELL, W.A. Sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivation and genetic resources in Southeast Asia. **Theoretical and Applied Genetics**, v.52, p.177–184, 1978.
- LAURIE, S. Effect of Different Types of Mulching and Plant Spacing on Weed Control, Canopy Cover and Yield of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **American Journal of Experimental Agriculture**, 2015.
- LEBOT, V. **Tropical root and tuber crops**: cassava, sweet potato, yams, aroids. 2. ed. London: Cabi International, 2020, 543p.
- LEONEL, M., CEREDA, M.P, JAQUEY, S. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata-doce um estudo de caso. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.18, n.3, p.343-345, 1998.
- LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. **Tropical Science**, v.38, p.224-228, 1998.
- LIMA, S.K.; GALIZA, M.; VALADARES, A.; ALVES, F. Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. **Texto para discussão 2538** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro: Ipea, 2020. 52p.
- LOPES, M.A.C.; QUEIROGA, R.C.F.; MATSUMOTO, S.N.; SIMÕES, N. A. Influência do espaçamento e da época de colheita na produtividade e na qualidade de raízes de batata-doce. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p. 136–141, 2014.
- MARTINEZ, E.R.; SOUZA, F.R.; ROCHA, M.C. Análise sensorial e nutricional de produtos derivados de batata-doce. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v.25, p.321–328, 2014.
- MELO, A.P.B., SANTOS, R.C.; LOPES, R. Influência do tempo de colheita na qualidade comercial da batata-doce. **Revista de Agricultura Tropical**, v.48, p.320-330, 2018.

- MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A.; SILVA, J.B.C.A cultura da batata-doce. Embrapa/Centro Nacional Pesquisa de Hortaliças, 94p, 1995.
- MOREIRA, C.A.V.; VELLO, N.A.; SCAPIM, C.A. Melhoramento da batata-doce no Brasil: Avanços e perspectivas. **Agronomia Brasileira**, v. 16, p. 1–11, 2011.
- MUKHOPADHYAY, S.K.; MUKHERJEE, A.; KARTHA K.K. Sweet potato: Its role in human and animal nutrition. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.36, p.1–10, 1985.
- MURILO, D.V.; PEDROSA, J.F.; NUNES, C.L.F. Novas cultivares de batata-doce para a região semi-árida. **Horticultura Brasileira**, v.8, p.32-33, 1990.
- NEDUNCHEZHIAN, M.; RAY, R.C.; SWAIN, S.K. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) as an important source of natural health products: A review. **Phytochemistry Reviews**, v.11, p.287–298, 2012.
- NEUNFELD, T. H.; RESENDE, J. T. V.; SCHWARZ, K.; GUERRA, E. P.; LIMA, V. A.; VALENTIM, A. L. Physical-chemical characteristics and bioactive compounds of sweet potato accesses in the central-south region of Paraná. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.25, e2020268, 2022.
- NGUYEN, H.C.; CHEN, C.C.; LIN, K.H.; CHAO, P.Y.; LIN, H.H.; HUANG, M.Y. Bioactive compounds, antioxidants, and health benefits of sweet potato leaves. **Molecules**, v.26, n.7., p.1820, 2021.
- NOBREGA, D. S. Desempenho agrônômico, parâmetros genéticos e reação de clones de batata-doce aos insetos de solo e aos nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.). Dissertação (**Mestrado em Agronomia**) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015, 129Pp.
- OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F.L.; CRUZ, C.D. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.576–582, 2002.
- OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; SILVA, F.J.F. Cultivares de batata-doce no semiárido brasileiro: Resultados e desafios. **Embrapa Semiárido, Documentos**, n.220, 2020.
- OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.E.L.; PEREIRA, W.E.; BARBOSA, L.J.N. Produção da batata-doce em função de doses de P2O5 em dois sistemas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.768–772, 2005.
- PEIXOTO, J. R. Melhoramento genético da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck) visando a produtividade, qualidade de raiz e resistência aos insetos de solo e aos nematoides de galhas do gênero *Meloidogyne* spp. **Projeto de pesquisa**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV. Universidade de Brasília - UnB. Brasília, 2009.

- PERRY, L. Starch granule size and domestication of manioc (*Manihot esculenta*) and sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Economic Botany**, v.56, p.335–349, 2002.
- PIPERNO, D.R. The origins of plant cultivation and domestication in the New World tropics: patterns, process, and new developments. **Current Anthropology**, v.52, p.453–470, 2011.
- QUEIROGA, R.C.F., Silva, G.O., & Almeida, C.M. Impacto do período de colheita na produtividade da batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.35, 289-296, 2017.
- QUEIROGA, R.C.F.; SANTOS, M.A.; MENEZES, M.A.; VIEIRA, C.P.G.; SILVA, M.C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.371–374, 2007.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Version 3.5.1. **R Foundation for Statistical Computing**, 2018. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 5 dez. 2024.
- RAVI, V.; INDIRA, P. Crop physiology of sweet potato. **Horticultural Reviews**, v.23, p.277–338, 1999.
- RAVI, V.; NASKAR, S.K.; MAKESHKUMAR, T.; BABU, B.; KRISHNAN, B.S.P. Molecular physiology of storage root formation and development in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). **Journal of Root Crops**, v.35, p.1–27, 2009.
- RISSO, R.S. Etanol de batata-doce: Otimização do pré-processamento da matéria-prima e da hidrólise enzimática. (**Dissertação de Mestrado**) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014, 98p.
- RITSCHHEL, P.S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C.A.; MENÊZES, J.E.; TORRES, A.C. Catálogo de germoplasma de batata-doce I: coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. **Embrapa Hortaliças. Documentos**, n. 23, 1999, 44p.
- SHEN, S.; XU, G.; LI, D.; JIN, G.; LIU, S.; CLEMENTS, D.R.; YANG, Y.; RAO, J.; CHEN, A.; ZHANG, F.; ZHU, X.; WESTON, L.A. Potential use of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) to suppress three invasive plant species in agroecosystems (*Ageratum conyzoides* L., *Bidens pilosa* L., and *Galinsoga parviflora* Cav.). **Agronomy**, v. 9, n. 6, p. 1–13, 2019.
- SILVA, G.O. DA et al. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. **Revista Ceres**, v. 62, n. 4, p. 379–383, 2015.
- Silva, G.O., Queiroga, R. C. F., & Oliveira, F. L. (2020). Variabilidade genética e produtividade em batata-doce. **Agronomia Brasileira**, 204), 329-341.
- SILVA, G.O.; MELO, R.A.C.; PILON, L. Mercados e comercialização. **Sistema de Produção de Batata-Doce**. 1ed, 2024. Versão Eletrônica.
- SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. Cultivo da batata-doce. Brasília: EMBRAPA-CNPq, **Sistemas de Produção**, n.9, ISSN 1678-880X - Versão Eletrônica, fev. 2021.

SILVA, R.; OLIVEIRA, M.; SANTOS, L.; PEREIRA, J.; ALMEIDA, F.; COSTA, D.; FERREIRA, A.; LIMA, S.; RODRIGUES, P.; MARTINS, E. Análise de lipídios e proteínas em cultivares de batata-doce. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.68, p.764-771, 2020.

SMITH, T.P.; STODDARD, S.; SHANKLE, M.; SCHULTHEIS, J. Sweetpotato production in the United States. In: LOEBENSTEIN, D.; THOTTAPPILLY, G. (Eds.). **The Sweetpotato**. New York: Springer, 2009. p. 287–323.

SOMASUNDARAM, K.; MITHRA, V. S. Madhuram: A simulation model for sweet potato growth. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, p. 241–254, 2008.

SOUSA, M. D. S. Diversidade Genética, Caracterização Morfoagronômica, Potencial de uso e Qualidade Pós-colheita de Clones de Batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck]. Tese (**Doutorado em Agronomia**) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2018, 216p.

SOUSA, R.M.D.; PEIXOTO, J.R.; AMARO, G.B.; VILELA, M. S.; CARMONA, P.A.O.; CARMONA, R.; THOMÉ, K.M. Caracterização morfoagronômica de acessos de batata-doce mantidos no banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 5, n 6, p.1708-1717, 2019.

SOUSA, R.M.D.; PEIXOTO, J.R.; AMARO, G.B.; VILELA, M.S.; COSTA, A.P.; NÓBREGA, D.S. Ornamental potential of sweet potato accessions. **Bioscience Journal**, v.34, n.6, p.11–16, 2018.

SOUZA, A.B. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agrônômicos desejáveis. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.24, n. 4, p. 841–845, 2000.

SOUZA, A.B.; PINTO, P.D.M. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de batata-doce em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.16, n.1, p.56–63, 2021.

SPENCE, J.A.; HUMPHRIES, E.C. Effects of moisture supply, temperature and growth regulators on photosynthesis of isolated root leaves of sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Annals of Botany**, v.36, p.115–121, 1972.

SRISUWAN, S.; SIACHAKR, D.; MARTÍN, J.V.; VALLÈS, J.; RESSAYRE, A.; BROWN, S.C.; SILJAK-YAKOVLEV, S. Change in nuclear DNA content and pollen size with polyploidisation in the sweet potato (*Ipomoea batatas*, Convolvulaceae) complex. **Plant Biology**, v.21, n.2, p.237–247, 2019.

UGENT, D.; PETERSON, L.W. Archaeological remains of potato and sweet potato in Peru. **Circular del Centro Internacional de la Papa**, v. 16, n. 3, p. 1-10, 1988.

UGENT, D.; POZORSKI, S.; POZORSKI, T. Prehistoric remains of the sweet potato from the Casma Valley of Peru. **Phytologia**, v. 49, n. 5, p. 401-415, 1981.

VELHO, L.R.A. A importância da cor na qualidade dos alimentos. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.2, p.150-159, 2016.

VIEIRA, A.A.; PEREIRA, M.R. Características fisiológicas e agronômicas de cultivares de batata-doce em função de diferentes sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.4., p.205–212, 2017.

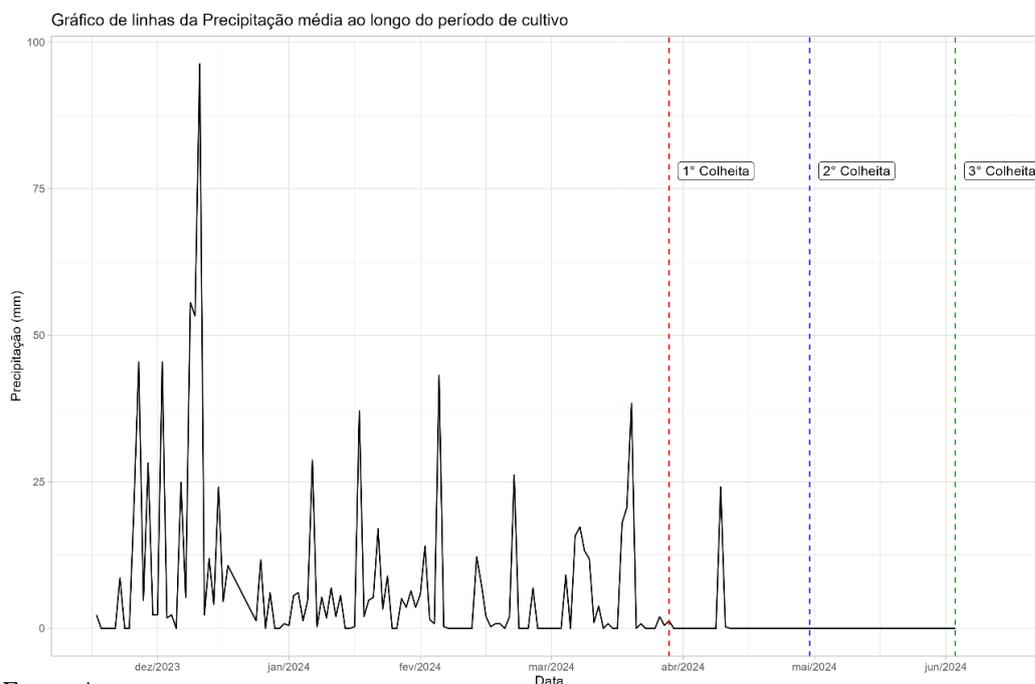
VILELA, M.S. Avaliação de progênies de maracujazeiro-azedo quanto ao desempenho agrônomo, resistência à doença e diversidade genética. Tese (**Doutorado em Agronomia**), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 181p.: il., 2013.

VILELA, M.S. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico. Dissertação (**Mestrado em Ciências Agrárias**), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 68 p.: il., 2008.

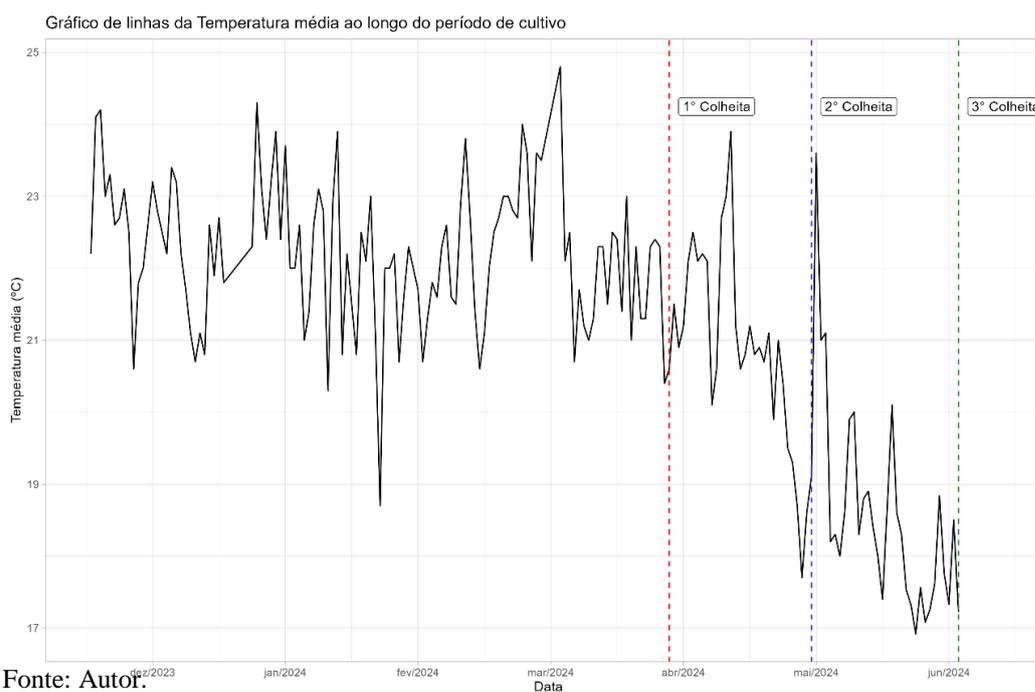
VILLORDON, A.Q.; BONTE, D.R.; FIRON, N.; KFIR, Y.; PRESSMAN, E.; SCHWARTZ, A. Characterization of Adventitious Root Development in Sweetpotato. **HortScience horts**, v.44, n.3., p.651-655, 2009.

ANEXOS

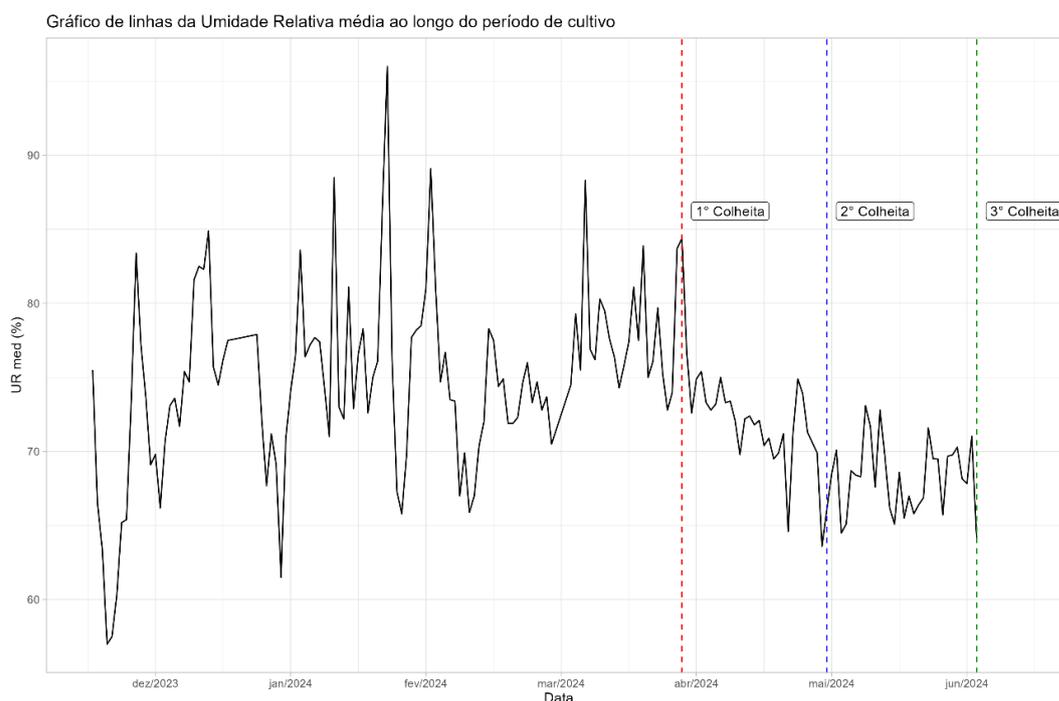
Anexo A - Precipitação média (mm) no período de dezembro de 2023 a junho de 2024 na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF).



Anexo B - Temperatura média (°C) no período de dezembro de 2023 a junho de 2024 na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF).

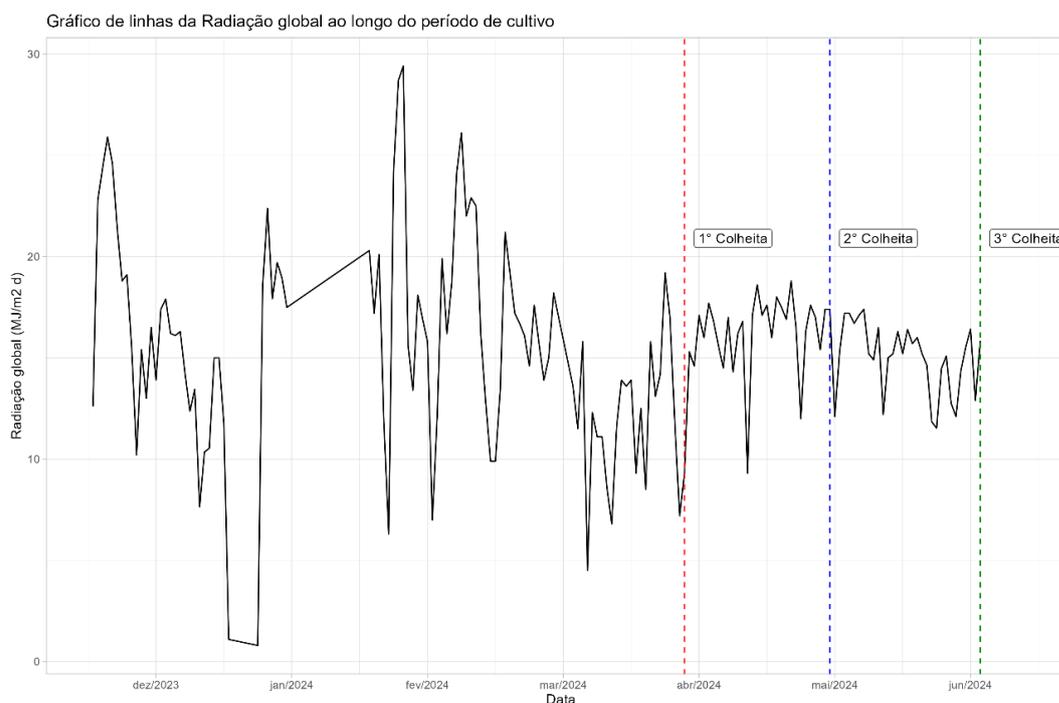


Anexo C - Umidade Relativa média (%) no período de dezembro de 2023 a junho de 2024 na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF).



Fonte: Autor

Anexo D - Radiação global ($\mu\text{J}/\text{m}^2/\text{dia}$) no período de dezembro de 2023 a junho de 2024 na Fazenda Água Limpa (FAL), Universidade de Brasília (UnB), Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília (DF).



Fonte: Autor