



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

**Avaliação de genótipos biofortificados de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) em
resposta ao déficit hídrico**

ANTÔNIO NUNES DE ANDRADE

**BANANEIRAS – PB
2025**

ANTÔNIO NUNES DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADOS EM
RESPOSTA AO DÉFICIT HÍDRICO (*Ipomoea batatas* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias.
Coorientadora: Profa. Dra. Juliane Maciel Henschel.


ANTÔNIO NUNES DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE BIOFORTIFICADOS EM
RESPOSTA AO DÉFICIT HÍDRICO (*Ipomoea batatas* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroecologia, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Aprovado em: 16 de abril de 2025


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO JARDELINO DIAS**
Data: 16/05/2025 07:26:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias


(Orientador)

Departamento de Agricultura – CCHSA/UFPB

Documento assinado digitalmente
 **SABRINA KELLY DOS SANTOS**
Data: 20/05/2025 22:19:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Sabrina Kelly dos Santos

Programa de Pós-Graduação em Agronomia – CCA/UFPB

Documento assinado digitalmente
 **DANIEL DA SILVA GOMES**
Data: 20/05/2025 22:22:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Daniel da Silva Gomes – Avaliador

Programa de Pós-Graduação em Agronomia – CCA/UFPB

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A553a Andrade, Antonio Nunes de.

Avaliação de genótipos de batata-doce biofortificados em resposta ao déficit hídrico (Ipomoea batatas L.) / Antonio Nunes de Andrade. - Bananeiras, 2025.

27 f. : il.

Orientação: Thiago Jardelino Dias.

Coorientação: Juliane Maciel Henschel.

TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Batata-doce. 2. Déficit hídrico. 3. Melhoramento genético. 4. Seca. 5. Tolerância à seca. I. Dias, Thiago Jardelino. II. Henschel, Juliane Maciel. III. Título.

UFPB/CCHSA/BSMSV

CDU 633.49 (043)

Dedico este trabalho ao meu bisavô
Euclides José de Lima (*In memoriam*).
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo presente da vida, pela força e pela saúde que me possibilitaram chegar até aqui e vencer os desafios ao longo do percurso.

Agradeço à minha família, Abel Nunes de Andrade, Maria Severina da Conceição, Cleonice Nunes de Andrade, Suelene Cleonice de Andrade, Sueliton Nunes De Andrade, Othoniel Nunes de Andrade, Rafael Lúcio Lima de Farias, Dalvigínia Silva Lima de Farias, Maria Klara Nunes da Conceição, João Guilherme Nunes de Andrade, Maria Eliza Nunes da Conceição Andrade e Luna Vitória Nunes Santos.

Agradeço aos meus padrinhos Eliene Nunes de Andrade Silva, Antônio Manoel da Silva, Meiryenne Lima de Andrade.

Agradeço aos meus amigos, Ana Clara de Almeida Félix, Erik Jhonatan da Silva, Dayane Augusta da Silva, Adson José Lira de Lima e Silva, Edilson Souza da Silva, Hebert Adalberon da Silva Torres, Marina dos Santos Sousa, Luziane Rayssa da Costa Lima, Ananda Cantanhêde, Rogério Martins, Mateus Lima dos Santos, Josimar de Lima Assunção Júnior José Sávio Almeida da Silva.

Agradeço aos membros do grupo de pesquisa em fisiologia vegetal do CCHSA-UFPB.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias.

Agradeço ao Prof. Dr. Diego Silva Batista.

Agradeço à minha coorientadora Profa. Dra. Juliane Maciel Henschel.

Agradeço à minha banca examinadora Me. Damiana Justino Araújo e Me. Daniel da Silva Gomes.

Agradeço aos docentes do curso que contribuíram com os seus conhecimentos para a minha formação.

Agradeço aos funcionários da Universidade, que sempre demonstraram disposição e apoio, especialmente nas atividades de campo.

Agradeço aos coordenadores do curso de Bacharelado em Agroecologia pelas valiosas contribuições nas disciplinas e pelo apoio ao longo de toda a trajetória do curso.

Por último, agradeço à Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de cursar o ensino superior e concretizar o sonho de me formar em um curso que tanto admiro.

RESUMO: A água é um dos elementos mais importantes para o desenvolvimento dos vegetais, incluindo a batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), uma dicotiledônea herbácea de raiz tuberosa comestível rica em fibras, carboidratos, vitaminas, proteínas e açúcares. Assim, o objetivo deste estudo foi selecionar genótipos de batata-doce tolerantes ao déficit hídrico. Para isso, foram utilizados nove genótipos (Brazlândia Branca, FSC-FW-42, UFSC-LW-102, UFSC-LO-66, UFSC-LP-46, UFSC-FP-40, UFSC-LP-115, UFSC-FP-39, UFSC-LP-75). As plantas foram submetidas a dois níveis hídricos: irrigação com 80% da capacidade de retenção do substrato (controle, bem irrigado), e restrição hídrica total entre dos 30 aos 51 dias após o plantio (DAP), sendo colhidas aos 120 DAP. O experimento foi realizado em uma casa de vegetação localizada na área experimental do Laboratório de Produção de Mudanças, pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCHSA/UFPB), em Bananeiras, Paraíba, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×9 (condições hídricas \times genótipos), com 6 repetições. Foram avaliados os sintomas de murcha, produção de biomassa, trocas gasosas, índice de clorofilas, fluorescência da clorofila, conteúdo relativo de água e extravasamento de eletrólitos. O déficit hídrico causou estresse oxidativo, aumentando o extravasamento de eletrólitos e reduzindo o crescimento e produtividade em todos os genótipos avaliados. Os genótipos UFSC-FW-42, UFSC-LW-102 e UFSC-LP-115 foram os que apresentaram maior produtividade sob déficit hídrico, sendo que os genótipos UFSC-FW-42 e UFSC-LP-115 também apresentaram menor extravasamento de eletrólitos e maior F_v/F_m , sugerindo uma maior capacidade antioxidante desses genótipos. Nesse contexto, os genótipos que apresentaram maior tolerância ao déficit hídrico foram o UFSC-FW-42 e UFSC-LP-115, os quais apresentam polpa de coloração creme e roxa, respectivamente. Tais resultados representam um avanço importante para a continuação de programas de melhoramento com esses materiais visando a tolerância ao déficit hídrico.

Palavras-chave: Batata-doce. Déficit hídrico. Melhoramento genético. Seca. Tolerância à seca.

ABSTRACT: Water is one of the most important elements for the development of vegetables, including sweet potato (*Ipomoea batatas* L.), an herbaceous dicotyledonous plant with an edible tuberous root rich in fiber, carbohydrates, vitamins, proteins and sugars. Thus, the objective of this study was to select sweet potato genotypes tolerant to water deficit. For this, nine genotypes were used (Brazlândia Branca, FSC-FW-42, UFSC-LW-102, UFSC-LO-66, UFSC-LP-46, UFSC-FP-40, UFSC-LP-115, UFSC-FP-39, UFSC-LP-75). The plants were subjected to two water levels: irrigation with 80% of the substrate retention capacity (control, well-irrigated), and total water restriction between 30 and 51 days after planting (DAP), and harvested at 120 DAP. The experiment was carried out in a greenhouse located in the experimental area of the Seedling Production Laboratory, belonging to the Center for Human, Social and Agrarian Sciences of the Federal University of Paraíba (CCHSA/UFPB), in Bananeiras, Paraíba, Brazil. The experimental design was completely randomized, in a 2×9 factorial scheme (water conditions \times genotypes), with 6 replicates. Wilting symptoms, biomass production, gas exchange, chlorophyll index, chlorophyll fluorescence, relative water content and electrolyte leakage were evaluated. Water deficit caused oxidative stress, increasing electrolyte leakage and reducing growth and productivity in all genotypes evaluated. The genotypes UFSC-FW-42, UFSC-LW-102 e UFSC-LP-115 were those that presented the highest productivity under water deficit, and the UFSC-FW-42 and UFSC-LP-115 genotypes also presented lower electrolyte leakage and higher FV/FM, suggesting a greater antioxidant capacity of these genotypes. In this context, the genotypes that presented the greatest tolerance to water deficit were UFSC-FW-42 and UFSC-LP-115, which present cream and purple colored pulp, respectively. These results represent an important advance for the continuation of breeding programs with these materials aiming at tolerance to water deficit.

Keywords: Sweet potato. Water deficit. Breeding. Drought. Drought tolerance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Produção de biomassa e raízes tuberosas de genótipos de batata-doce com 120 dias de idade cultivados sob condições de boa irrigação (controle) ou estresse hídrico. 20
- Figura 2.** Trocas gasosas de genótipos de batata-doce cultivados sob condições de boa irrigação (controle) ou estresse hídrico. (a, b e c) trocas gasosas após 7 dias de restrição hídrica 22
- Figura 3.** Índice de clorofilas totais, FV/FM, extravasamento de eletrólitos, conteúdo relativo de água e escores de sintomas de murcha de genótipos de batata-doce cultivados sob condições bem irrigadas (controle) ou de estresse hídrico. 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos genótipos de batata-doce utilizados 15

Tabela 2. Resumo da análise de variância (teste F; $P \leq 0,05$) de variáveis de crescimento, fisiologia e produção de genótipos de batata-doce sob condição bem irrigada e de estresse hídrico 18

LISTA DE SIGLAS

A – Assimilação de Carbono;
B – Boro;
CCHSA – Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias;
CE1 – Condutividade Elétrica Inicial;
CE2 – Condutividade Elétrica Final;
Ci – Concentração Interna de Carbono;
CO₂ – Dióxido de Carbono;
Cu – Cobre;
CR – Capacidade de Retenção do Substrato;
CV – Coeficiente de variação;
DAP – Dias Após o Plantio;
E – Evapotranspiração;
EE – Extravasamento de Eletrólitos;
F₀ – Fluorescência Mínima da Clorofila “a” no Estado Adaptado ao Escuro;
Fe – Ferro;
F_M – Fluorescência Máxima da Clorofila “a” no Estado Adaptado ao Escuro;
F_V/F_M – Rendimento Quântico Máximo de PSII;
Gs – Condutância Estomática;
K – Potássio;
L – Litros;
MM de Raiz – Massa média de raiz;
MF – Massa Fresca;
Mg – Miligramas;
Mg – Magnésio;
Mn – Manganês;
Mo – Molibdênio;
MS – Massa Seca;
MSRC – Massa seca de raiz cabeleira;
MSPA – Massa seca de parte aérea;
MSRT – Massa seca de raiz tuberosa;
MT – Massa Túrgida;
N – Nitrogênio;
P – Fósforo;
RAZÃO PA/RAIZ – Razão parte aérea raiz;
S – Enxofre;
TRA – Teor Relativo de Água;
UFPB – Universidade Federal da Paraíba;
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina;
Zn – Zinco;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	14
3. METODOLOGIA	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÕES.....	26
6. REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma dicotiledônea herbácea de raiz tuberosa comestível, pertencente à família Convolvulaceae (“Sistema de produção de batata-doce. - Portal Embrapa”, [s.d.]). Trata-se de uma trepadeira perene com flores simpétalas brancas e roxas, que produz raízes tuberosas longas e cônicas, com casca lisa e polpa que variam entre amarelo, laranja, vermelho, marrom, roxo e bege (MU e LI, 2019). A batata-doce é uma hortaliça cultivada em todo o país, e vem mostrando um vasto crescimento na área cultivada e de produção (“Sistema de produção de batata-doce. - Portal Embrapa”, [s.d.]). Trata-se de uma planta produzida anualmente, que, dependendo do ambiente e da variedade, completa o ciclo entre 12 e 35 semanas (Huett, 1976).

Esta cultura apresenta alta habilidade de adaptação às condições climáticas adversas, como o déficit hídrico, doenças e pragas, e solos com baixa fertilidade (TANAKA et al., 2017). Entretanto, existe a necessidade de conhecimento sobre as variedades genéticas de batata-doce e suas qualidades, sendo indispensável estudos e/ou pesquisas para orientar o seu cultivo variedades (SOUZA et al., 2022), já que muitos produtores utilizam materiais genéticos não melhorados, ocasionando na baixa produtividade. No entanto, os programas de melhoramento genético realizam um papel fundamental no desenvolvimento de novas variedades com qualidades desejáveis (LEAL et al., 2021). Depois do melhoramento genético, os programas fornecem orientações baseadas nos resultados obtidos (SENNF et al., 2021). A água é essencial para o ciclo de vida das plantas, e a redução na umidade do solo afeta todos os aspectos do desenvolvimento dos vegetais. No entanto, para suportar os problemas causados pelos estresses, as plantas ativam o aparato de defesa, levando a mudanças na produção de metabólitos, além de alterar os valores nutricionais e de qualidade (STAGNARI et al., 2016). Para enfrentar as adversidades causadas pelo déficit hídrico, as plantas ativam mecanismos de proteção e guias de sinalização que de acordo com a intensidade e duração do estresse (HARB et al., 2010). Uma das principais respostas ao déficit hídrico é a produção do ácido abscísico, responsável por ocasionar o fechamento estomático para evitar perdas significativas de água pela transpiração, havendo conseqüentemente, redução da taxa fotossintética (FATHI e TARI, 2016; BASU et al., 2016)... Além disso, alguns compostos como a prolina, glicina-betaína e outros antioxidantes são sintetizados para manter o potencial osmótico e proteger a integridade estrutural das células, preservando as plantas dos efeitos prejudiciais do déficit hídrico (ZARGAR et al., 2017).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Objetivou-se avaliar e selecionar os genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) tolerantes ao déficit hídrico.

2.2 Específicos

- Avaliar os efeitos do déficit hídrico na morfofisiologia em plantas de batata-doce de polpa branca, laranja e roxa.
- Selecionar os genótipos de batata-doce mais tolerantes ao déficit hídrico.

3. METODOLOGIA

3.1 Localização experimental e material vegetal

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação localizada na área experimental do Laboratório de Produção de Mudas, pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCHSA/UFPB), em Bananeiras, Paraíba, Brasil (6°45'S; 35°38'O). A temperatura média mensal foi de 26.1°C, 27.0°C, 27.2°C, 29.3°C, 30.8°C e umidade relativa média mensal de 66.72%, 74.72%, 67.85%, 59.18%, 57.66%, nos meses de julho a novembro de 2023, respectivamente. Esses dados foram coletados a partir de um termo-higrômetro que foi instalado dentro da casa de vegetação. Estacas de ramas com cerca de 15 cm (3 gemas) foram plantadas em vasos de 11 L da nutriplan contendo substrato comercial (Mecplant®, Telêmaco Borba, Brasil), com peso e umidade padronizados. A adubação foi realizada utilizando nitrogênio e fósforo (Carbotecnia Raíz[®], 7% nitrogênio total e 15% de fósforo) por 15 dias e a partir disso, foram realizadas adubações semanais via fertirrigação contendo os seguintes macro e micronutrientes: nitrato de cálcio 500 mg L⁻¹; 700 mg L⁻¹ de uma solução: N 8%, P₂O 59%, K₂O 34%, Mg 2,5%, S 1%, B 0,03% e Fe 0,2% (p/p); e 20 mg L⁻¹ de uma solução: Fe (EDTA) 3,4%, Cu 0,5%, Zn 4,2%, Mn 3,2%, B 0,85%, Mo 0,06% e Mg 1,2%) (p/p).

Os nove genótipos de batata-doce utilizados foram obtidos do banco de germoplasma mantido pela Universidade Federal de Santa Catarina em colaboração com a Universidade do Oeste Paulista. As oito progênies descendem do policruzamento de dois genitores femininos do tipo canadense (polpa branca e casca vermelho-arroxeadas), com

três genitores masculinos que são cultivares comerciais com raízes alaranjadas (IAPAR 69; Beauregard; e SCS 367 Favorita). A cultivar comercial Brazlândia Branca foi utilizada como controle comercial. Os genótipos utilizados foram: Brazlândia Branca, UFSC-FW-42, UFSC-LW-102, UFSC-LO-66, UFSC-LP-46, UFSC-FP-40, UFSC-LP-115, UFSC-FP-39, UFSC-LP-75, os quais são descritos a seguir.

Tabela 1. Descrição dos genótipos de batata-doce utilizados

Genótipo	Cor da polpa	Origem
Brazlândia Branca	Polpa creme	Comercial
UFSC-FW-42	Polpa creme	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-LW-102	Polpa creme	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-LO-66	Polpa laranja	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-LP-46	Polpa roxa	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-FP-40	Polpa roxa	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-LP-115	Polpa roxa	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-FP-39	Polpa roxa	Programa de melhoramento Neosc/UFSC
UFSC-LP-75	Polpa roxa	Programa de melhoramento Neosc/UFSC

3.2 Tratamentos de irrigação e déficit hídrico

Os vasos foram irrigados até atingir 80% da capacidade de retenção do substrato (CR) para garantir boa disponibilidade hídrica sem causar excesso de umidade na zona radicular. A manutenção da umidade do solo foi realizada a cada dois dias, pelo método de lisimetria de pesagem. Para isso, vasos extras foram utilizados para determinar o volume a ser repostado para atingir 80% da CR. Dos 30 aos 51 DAP e dos 80 aos 101 DAP, a irrigação das plantas do tratamento com déficit hídrico foi suspensa, sendo reiniciada após esses intervalos. A irrigação das plantas bem irrigadas (controle), por sua vez, foi mantida em 80% da CR durante todo o experimento.

3.3 Análises morfofisiológicas

Aos 42 DAP (12 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), aos 51 DAP (21 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), 87 DAP (7 dias após o segundo intervalo do déficit hídrico) e 119 DAP (última análise para realizar a colheita do experimento) foram analisadas as trocas gasosas com um analisador de gás infravermelho de sistema de troca gasosa de fluxo aberto (IRGA, LCpro-SD Portable Photosynthesis System, ADC BioScientific, Hoddesdon, Reino Unido). As análises foram feitas em folhas totalmente expandidas entre as 8h e 13h. As condições na câmara foliar

consistiram de uma concentração de referência de CO₂ ambiente e radiação fotossintética ativa artificial de 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ com 10% de luz azul. A taxa líquida de assimilação de carbono (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ (C_i , $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$) e taxa de transpiração foliar (E , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foram determinados.

Os sintomas de murcha foram avaliados usando uma escala de classificação baseada no aspecto da folha (ZEIST et al., 2023). As medidas foram realizadas diariamente durante os intervalos de restrição hídrica, às 16h. A escala de classificação foi estabelecida da seguinte forma: pontuação 5 – 0% de folhas murchas; pontuação 4 – 0 a 30% de folhas murchas; 3 – > 30% de folhas verdes murchas; 2 – > 30% de folhas murchas começando a secar; e 1 – de folhas completamente secas.

A fluorescência da clorofila a foi determinada com um fluorômetro portátil (OS 30p+, Opti-Sciences, Hudson, NY, EUA). As análises foram realizadas entre 8h e 13h. Foram realizadas aos 42 DAP (12 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), aos 51 DAP (21 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), 87 DAP (7 dias após o segundo intervalo do déficit hídrico) e 119 DAP (última análise para realizar a colheita do experimento). As folhas foram adaptadas ao escuro por 20 min e, em seguida, foram determinadas as medidas pontuais: fluorescência mínima da clorofila a no estado adaptado ao escuro (F_0), a fluorescência máxima da clorofila a no estado adaptado ao escuro (F_M), o rendimento quântico máximo de PSII (F_V/F_M).

Os índices de clorofila a , b e total foram medidos com um medidor de clorofila (clorofilog, FALKER, Porto Alegre, Brasil). As análises foram realizadas entre 8h e 10h da manhã. Foram realizadas aos 42 DAP (12 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), aos 51 DAP (21 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), 87 DAP (7 dias após o segundo intervalo do déficit hídrico) e 119 DAP (última análise para realizar a colheita do experimento). Foram analisadas 2 folhas completamente expandidas por planta em 3 plantas por tratamento.

O teor relativo de água (TRA) foi determinado de acordo com Barrs e Weatherley (1962), com modificações. Foram realizadas aos 42 DAP (12 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), aos 51 DAP (21 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), 87 DAP (7 dias após o segundo intervalo do déficit hídrico) e 119 DAP (última análise para realizar a colheita do experimento). Para isso, 15 discos foliares com 1,0 cm de diâmetro cada, foram coletados de folhas completamente expandidas de 3 plantas por cada tratamento. Para obtenção da massa fresca (MF) os discos foram pesados em

balança de precisão imediatamente após a coleta. Após a pesagem os discos foram submersos em água destilada por seis horas e após esse período foram pesados para a obtenção da massa túrgida (MT). Posteriormente, foram secos a 65 °C por 24 horas para obtenção da massa seca (MS). O TRA foi expresso em porcentagem (%) e calculado como $[(MF-MS)/(MT-MS)] \times 100$.

O extravasamento de eletrólitos foi quantificado de acordo com Bajji et al. (2002). Foram realizadas aos 42 DAP (12 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), aos 51 DAP (21 dias após o início do primeiro intervalo do déficit hídrico), 87 DAP (7 dias após o segundo intervalo do déficit hídrico) e 119 DAP (última análise para realizar a colheita do experimento). Sendo coletados 10 discos foliares (área de 1 cm²), que posteriormente foram acondicionados em tubos contendo 40 mL de água destilada, onde foram mantidos por 4 horas a 25°C sob agitação ocasional. Após esse período foi determinada a condutividade elétrica inicial (CE1) do extrato com um condutivímetro portátil (CD-880, Instrutherm). Em seguida, os tubos foram mantidos a 90°C por 2 horas e após esse período foi determinada a condutividade elétrica final (CE2). O extravasamento de eletrólitos foi expresso em porcentagem e calculado como $EE (\%) = (CE1/CE2) \times 100$.

Aos 120 DAP, as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea, raízes tuberosas e raízes cabeleiras para a determinação da produção e biomassa. Para a determinação da massa fresca, as folhas, raízes tuberosas e raízes cabeleiras foram pesadas separadamente em balança semi-analítica logo após a colheita. Em seguida, as amostras foram levadas para uma estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem peso constante para determinação da massa seca. A massa média de raiz foi calculada dividindo-se a massa fresca total de raiz tuberosa pelo número de raízes tuberosas por planta. A produtividade foi calculada a partir da massa fresca de raízes tuberosas, que foi extrapolada para a densidade de 62520 plantas por hectare (LIANG et al., 2023). Além disso, a razão entre parte aérea e raiz foi calculada dividindo-se a massa seca da parte aérea pela massa seca da parte radicular (raízes tuberosas e cabeleira).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 9 (2 condições hídricas x 9 genótipos), com 6 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

O acúmulo de biomassa e a produtividade de raízes tuberosas em plantas de batata-doce foram afetados pela seca (Tabela 1; Figura 1a). Por outro lado, a razão entre parte aérea/raiz e a massa média de raiz, foram afetados pelos fatores genótipo e irrigação de forma isolada (Figura 1e, f). O déficit hídrico reduziu a massa seca da parte aérea e da raiz tuberosa, bem como a produtividade, em todos os genótipos, com exceção do genótipo FP-39, em que a massa seca da parte aérea não foi reduzida (Figura 1b, d e g). Além disso, o déficit hídrico reduziu a massa seca da raiz cabeleira dos genótipos LW-102, LO-66, e FP-40, mas não reduziu a massa média de raiz dos genótipos FW-42, LO-66 e LP-75 (Figura 1c e f). Em contraste, a razão parte aérea/raiz dos genótipos Brazlândia Branca, LO-66, FP-40 e FP-39 foram aumentados pelo déficit hídrico (Figura 1e).

Tabela 2. Resumo da análise de variância (teste F; $P \leq 0,05$) de variáveis de crescimento, fisiologia e produção de genótipos de batata-doce sob condição bem irrigada e de estresse hídrico

Variáveis	Genótipos	Irrigação	Genótipos x Irrigação	CV (%)
Massa seca parte aérea	0	0	0	27.47
Massa seca raiz cabeleira	0	0	0	82.71
Massa seca raiz tuberosa	0	0	0	33.87
Razão parte aérea/raiz	0.01	0	0.38	85.27
Massa média de raiz	0	0	0.59	59.71
Produtividade	0	0	0	16
A	0.03	0	0	44.14
gs	0.37	0	0.06	54.06
E	0	0	0	31.7
Clorofila total	0.46	0	0.46	15.4
Fv/Fm	0.68	0	0.87	15.51
Extravasamento de eletrólitos	0	0	0.15	8.83
Conteúdo relativo de água	0.66	0	0	6.59
Sintomas de murcha dia 2	0.91	-	-	6.8
Sintomas de murcha dia 4	0.99	-	-	10.18
Sintomas de murcha dia 6	0.43	-	-	10.47
Sintomas de murcha dia 8	0	-	-	8.39
Sintomas de murcha dia 10	0	-	-	15.74
Sintomas de murcha dia 12	0.04	-	-	13.74
Sintomas de murcha dia 14	0	-	-	10.17
Sintomas de murcha dia 16	0.01	-	-	30.57
Sintomas de murcha dia 18	0	-	-	28.04
Sintomas de murcha dia 20	0.04	-	-	34.33

CV: Coeficiente de variação

Sob condições bem irrigadas, o genótipo que apresentou a maior massa seca da raiz tuberosa e produtividade foi o LW-102, enquanto o que produziu menor massa de raiz tuberosa e maior massa de parte aérea e raiz cabeleira foi o LO-66 (Figura 1b, d e c). Já sob déficit hídrico, os genótipos que apresentaram maior produtividade foram o FW-42, LW-102 e o LP-115, enquanto o LO-66 e o FP-40 apresentaram os menores valores (Figura 1g). Sob ambas as condições de irrigação, o genótipo LO-66 apresentou maior razão parte aérea/raiz (Figura 1e).

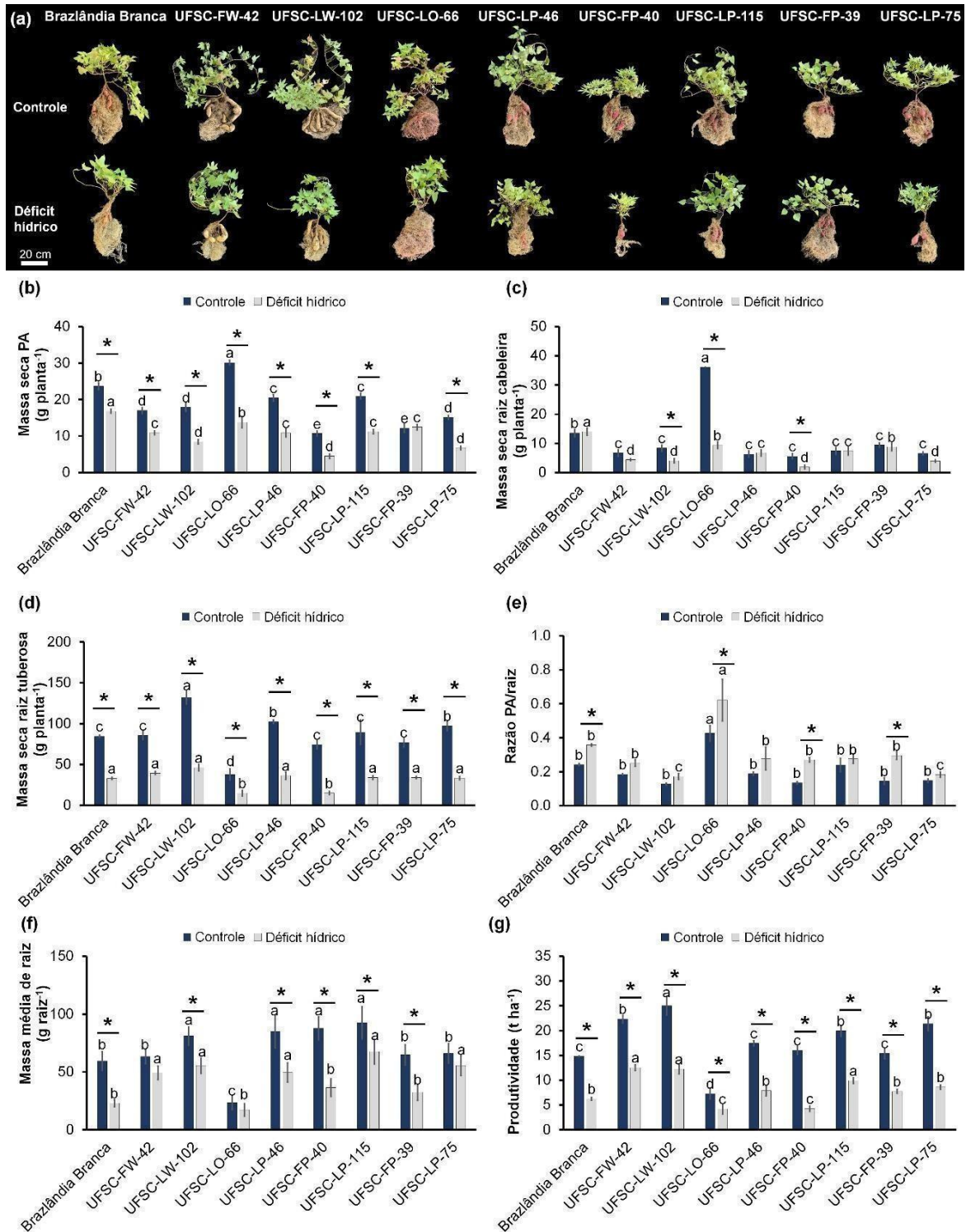


Figura 1. Produção de biomassa e raízes tuberosas de genótipos de batata-doce com 120 dias de idade cultivados sob condições de boa irrigação (controle) ou estresse hídrico. Os asteriscos indicam diferenças significativas entre as condições de controle e de seca, e as letras indicam diferenças significativas entre os genótipos dentro de cada condição de irrigação (teste de Scott-Knott, $P \leq 0,05$). As barras indicam a média de 6 plantas ($n = 6$) \pm erro padrão.

A taxa líquida de assimilação de carbono (A) e a evapotranspiração (E) foram afetados significativamente pela interação entre genótipos e irrigação, enquanto a condutância estomática (gs) foi afetada apenas pela irrigação ($P \leq 0,05$; Figura 2a). O déficit hídrico reduziu A e E nos genótipos Brazlândia Branca e FP-39, sendo que E também reduzido no LP-115 (Figura 2a e c). Por sua vez, a gs foi reduzida pelo déficit hídrico apenas nos genótipos Brazlândia Branca, FW-42, LO-66, LP-115 e FP-39 (Figura 2b). Dentro da condição bem irrigada, não houve diferença entre os genótipos para A, enquanto que sob déficit hídrico, os genótipos LW-102, FP-40 e o LP-75 apresentaram maiores valores em comparação aos demais (Figura 2a). Os genótipos FP-40, LP-115, FP-39 e LP75 apresentaram maior E sob condição bem irrigada (Figura 2c). Já sob déficit, os genótipos que apresentaram maior E foram LW-102, FP-40 e LP-75.

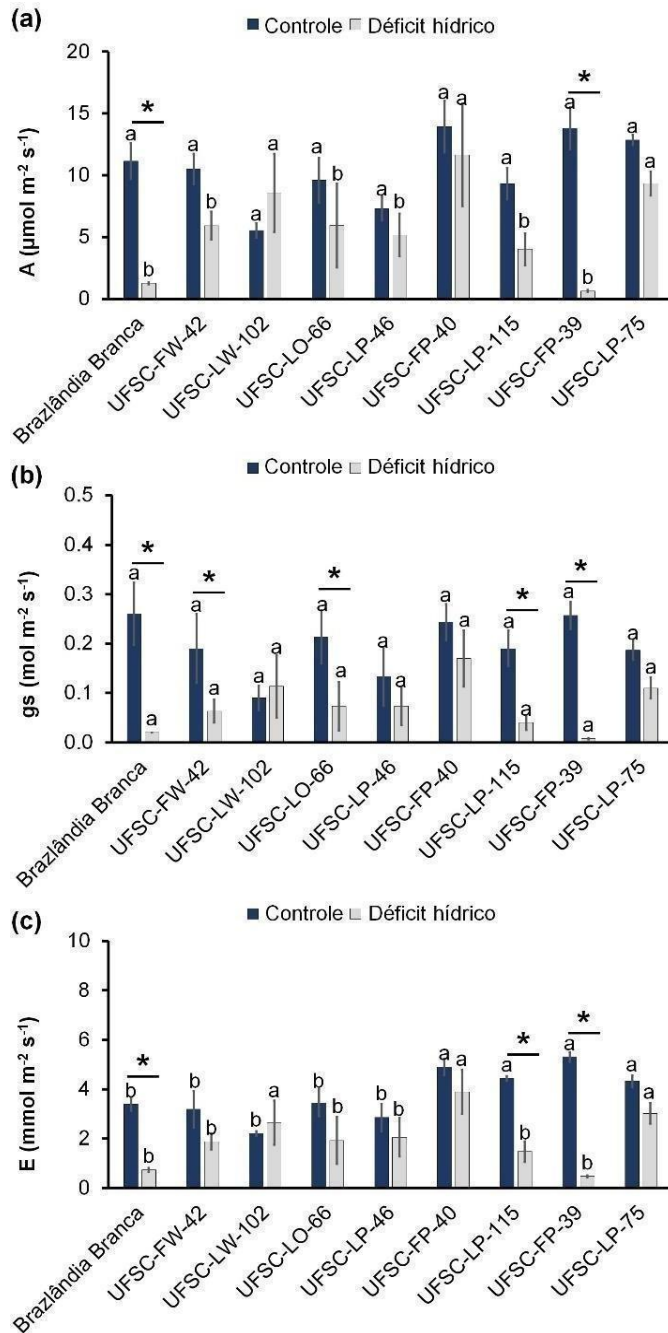


Figura 2. Trocas gasosas de genótipos de batata-doce cultivados sob condições de boa irrigação (controle) ou estresse hídrico. (a, b e c) trocas gasosas após 7 dias de restrição hídrica. Os asteriscos indicam diferenças significativas entre as condições de controle e de seca, e as letras indicam diferenças significativas entre os genótipos dentro de cada condição de irrigação (teste de Scott-Knott, $P \leq 0,05$). As barras indicam a média de 6 plantas ($n = 6$) \pm erro padrão.

O índice de clorofila total e o F_v/F_m foram afetados apenas pelo fator irrigação, já o extravasamento de eletrólitos foi afetado pela irrigação e pelo genótipo. Por outro lado,

o conteúdo relativo de água foi afetado pela interação entre os fatores. Além disso, houve diferença significativa para os sintomas de murcha entre os genótipos aos 10, 12, 16, 18 e 20 dias após a exposição à seca (Figura 3e).

O déficit hídrico reduziu o índice de clorofila total e o F_V/F_M na maioria dos genótipos, exceto no LP-115, FP-39 e LP-75 para clorofila total e no LP-46 e LP-115 para F_V/F_M (Figura 3a e b). Por outro lado, o déficit hídrico aumentou o extravasamento de eletrólitos em todos os genótipos (Figura 3c). O conteúdo relativo de água, por sua vez, foi reduzido pelo déficit hídrico nos genótipos Brazlândia branca, FW-42, LW-102, FP-40 e FP-39 (Figura 3d).

Sob condição bem irrigada, não houve diferença entre os genótipos para o índice de clorofila total e F_V/F_M , enquanto que sob déficit hídrico os genótipos FP-39 e LP-75 apresentaram os maiores valores de clorofila total e os genótipos FW-42, LO-66, LP-46 e LP-115 apresentam maiores valores de F_V/F_M (Figura 3 a e b). O menor extravasamento de eletrólitos em plantas sob déficit hídrico foi observado nos genótipos FW-42, LO-66, FP-40 e LP-115, enquanto que não houve diferença entre os genótipos para o conteúdo relativo de água (Figura 3c e d). Com relação aos sintomas de murcha sob déficit hídrico, observou-se diferenças significativas a partir dos 10 dias de exposição ao déficit hídrico, com os genótipos FP-40 e LP-75 apresentando menos sintomas que os demais, que apresentaram murcha acentuada ao longo dos dias (Figura 3e).

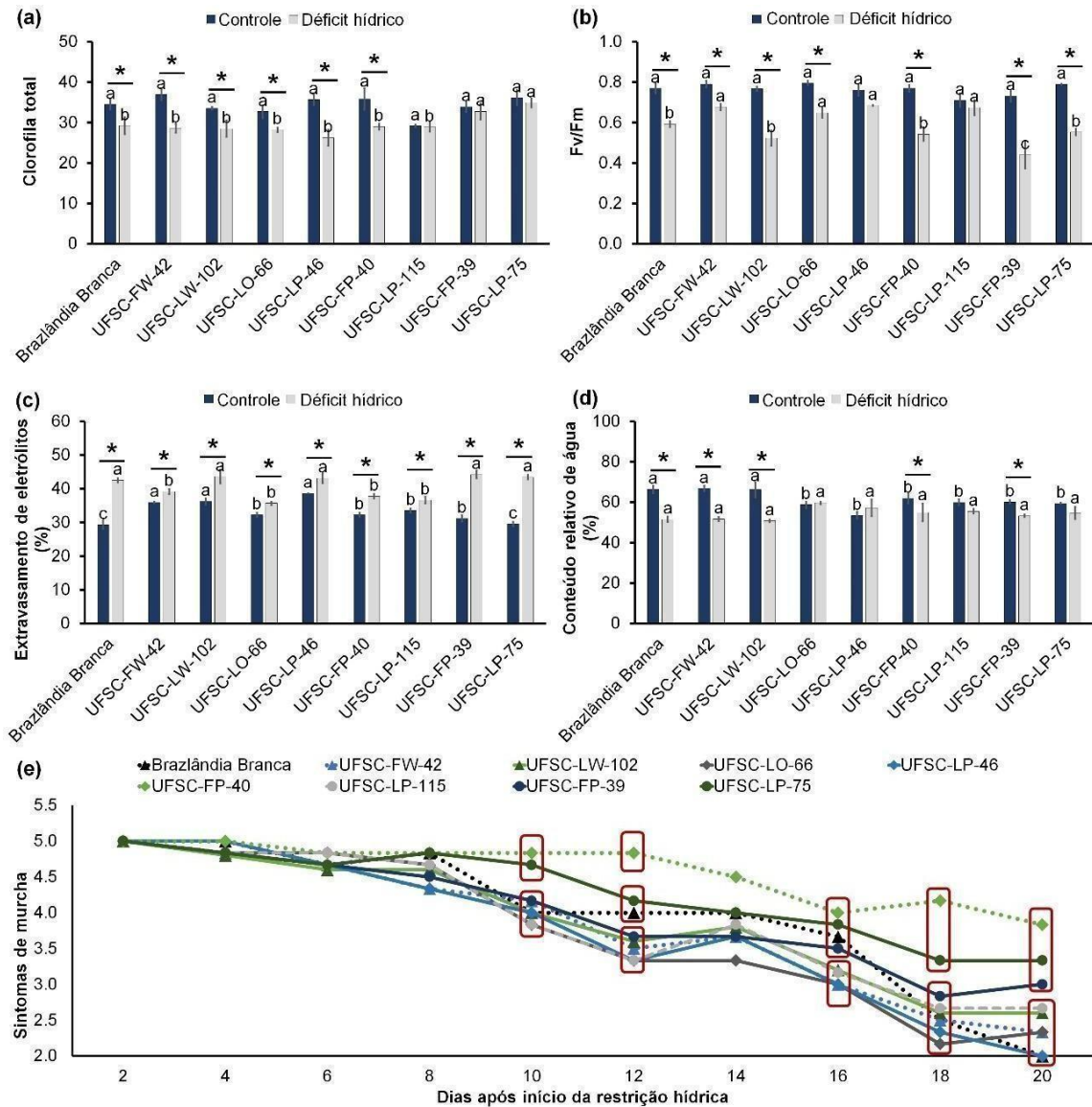


Figura 3. Índice de clorofilas totais, Fv/Fm, extravasamento de eletrólitos, conteúdo relativo de água e escores de sintomas de murcha de genótipos de batata-doce cultivados sob condições bem irrigadas (controle) ou de estresse hídrico. (a-d) os dados foram obtidos 14 dias após a exposição à seca; (e) foram avaliadas apenas plantas estressadas pela seca, de 2 a 20 dias após a exposição à seca. Os asteriscos indicam diferenças significativas entre as condições de controle e de seca, e as letras indicam diferenças significativas entre os genótipos dentro de cada condição de irrigação (teste de Scott-Knott, $P \leq 0,05$). As barras indicam a média de 6 plantas ($n = 6$) \pm erro padrão. Os retângulos vermelhos em (e) indicam diferenças entre os genótipos (teste de Scott-Knott, $P \leq 0,05$).

4.2 Discussão

A água é um elemento que é de suma importância no desenvolvimento das plantas, atuando nos processos fisiológicos, entre eles o transporte e absorção de nutrientes e a fotossíntese, sendo indispensável para o crescimento vegetal (CAMPOS et al., 2021). Nesse trabalho, o déficit hídrico reduziu a massa seca da parte aérea na maioria dos genótipos, exceto no genótipo UFSC-FP-39. Já a massa seca da raiz cabeleira foi afetada pelo déficit hídrico apenas nos genótipos UFSC-LW-102, UFSC-LO-66 e UFSC-FP-40, enquanto a massa seca da raiz tuberosa foi reduzida em todos os genótipos. Além disso, os genótipos que mais produziram massa seca da parte aérea foram o UFSC-LO-66 na condição de controle e Brazlândia branca no déficit hídrico. Sob condição controle, o genótipo UFSC-LW-102 produziu mais raiz tuberosa, enquanto que dentro do déficit hídrico, a maioria dos genótipos teve resultados parecidos, com exceção do UFSC-LO-66 e UFSC-FP-40, que produziram menos que os outros genótipos.

Embora na literatura seja reportado que o ponto de murcha permanente é um bom indicador de tolerância à seca em batata-doce (KIVUVA et al. 2015), nossos resultados mostraram que os genótipos com menos sintomas de murcha (FP-40 e o LP-75) não foram os que produziram mais raízes tuberosas sob déficit hídrico. Similarmente, os genótipos que apresentaram maior teor relativo de água não foram os que apresentaram maior produção. Por outro lado, os genótipos que obtiveram maior produtividade de raiz tuberosa sob déficit hídrico foram o FW-42, LW-102 e LP-115, os quais apresentaram menor extravasamento de eletrólitos e maior F_V/F_M . Considerando que o extravasamento de eletrólitos é um indicador de estresse oxidativo, apontando para danos a membranas (DEMIDCHIK et al., 2014), menores extravasamentos sugerem maior capacidade antioxidante. Isso está de acordo com o maior F_V/F_M observados nesses genótipos, já que este parâmetro representa a eficiência quântica máxima do fotossistema II, o qual está localizado nas membranas do cloroplasto.

Entre todos os estresses abióticos, o déficit hídrico é o fator limitante principal da queda de produção agrícola, reduzindo a fotossíntese nas plantas (CINTRA et al., 2020). O déficit hídrico afeta a abertura estomática, reduzindo a entrada de CO_2 e com isso reduz a fotossíntese (MUKARRAM et al., 2021). Apesar dos genótipos não terem diferido para g_s sob déficit hídrico, a fotossíntese foi reduzida na maioria dos genótipos, sendo que os que tiveram maiores reduções foram Brazlândia branca e UFSC-FP-39, enquanto os genótipos UFSC-FW-42, UFSC-LW-102, UFSC-LO-66, UFSC-LP-46, UFSC-FP-40, UFSC-LP-115 e UFSC-LP-75, não foram reduzidos pela seca.

O déficit hídrico também induz o estresse oxidativo, que consequentemente aumenta o extravasamento de eletrólitos (SELEIMAN et al., 2021). O déficit hídrico aumentou o extravasamento de eletrólitos em todos os genótipos, exceto em UFSC-FW-42 e UFSC-LP-115, sendo estes, os que apresentaram maior produtividade de raiz. O déficit hídrico também reduziu o teor de clorofila total e o F_V/F_M na maioria dos genótipos, exceto no LP-115, FP-39 e LP-75 para clorofila total e no LP-46 e LP-115 para F_V/F_M . Em condições de controle, não houve variação entre os genótipos no índice de clorofila total e F_V/F_M . No entanto, sob déficit hídrico, os genótipos FP-39 e LP-75 mostraram os maiores índices de clorofila total, enquanto os genótipos FW-42, LO-66, LP-46 e LP-115 apresentaram os maiores valores de F_V/F_M .

5. CONCLUSÕES

Os genótipos FW-42 sendo de polpa creme, LW-102 sendo de polpa creme e LP-115 sendo de polpa roxa, são os mais tolerantes ao déficit hídrico, pois apresentaram maior eficiência fotoquímica e maior produtividade de raiz. Dessa forma, esses genótipos apresentam potencial para serem cultivados em locais que apresentam períodos de estiagem. Além disso, o LW-102 também foi o genótipo que apresentou maior produtividade, no entanto, sob condição de controle.

6. REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. J. DE M. et al. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e311101523155, 2021.

CINTRA, P. H. N. et al. Análise de fluorescência da clorofila a em mudas de cafeeiro sob estresse hídrico / Analysis of chlorophyll a fluorescence in coffee seedlings under water stress. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28006–28014, 2020.

DEMIDCHIK, V. et al. Stress-induced electrolyte leakage: the role of K⁺-permeable channels and involvement in programmed cell death and metabolic adjustment. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 5, p. 1259–1270, 2014.

Ecofisiologia e exigências climáticas da batata-doce - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/batata-doce/ecofisiologia-e-exigencias-climaticas>>.

FATHI, A.; TARI, D. B. Effect of Drought Stress and its Mechanism in Plants. **International Journal of Life Sciences**, v. 10, n. 1, p. 1–6, 2016.

STAGNARI, F; GALIENI, A.; PISANTE, M. Drought stress effects on crop quality. In AHMAD, P. (Ed). **Water Stress and Crop Plants: a sustainable approach**. 1. ed. Teramo: John Wiley & Sons, 2016. v. 2, p. 375–392.

GRAY, S. B.; BRADY, S. M. Plant developmental responses to climate change. **Developmental Biology**, v. 419, n. 1, p. 64–77, 2016.

HARB, A. et al. Molecular and Physiological Analysis of Drought Stress in Arabidopsis Reveals Early Responses Leading to Acclimation in Plant Growth. **Plant Physiology**, v. 154, n. 3, p. 1254–1271, 2010.

KIVUVA, B. M. et al. Screening sweetpotato genotypes for tolerance to drought stress. **Field Crops Research**, v. 171, p. 11–22, 2015.

LAMAOU, M. et al. Heat and Drought Stresses in Crops and Approaches for Their Mitigation. **Frontiers in Chemistry**, v. 6, 2018.

ZEIST, A. R. et al. Selecting orange-fleshed sweet potato genotypes using selection indices. **Horticultura Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 231–237, 2022.

LIANG, Q. et al. Influence of Planting Density on Sweet Potato Storage Root Formation by Regulating Carbohydrate and Lignin Metabolism. **Plants**, v. 12, n. 10, p. 2039–2039, 2023.

MU, T.-H.; LI, P.-G. Sweet potato: origin and production. **Sweet Potato**, p. 5–25, 2019.

SELEIMAN, M. F. et al. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 259, 2021.

SENFF, S. E. et al. Genotype × Environment effects on morphological and productive components of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Colloquium Agrariae**. v. 17, n. 5, p. 7–15, 2021.

Sistema de produção de batata-doce. - Portal Embrapa. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1155447/sistema-de-producao-de-batata-doce>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

SOUZA, N. M. DE et al. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE GENÓTIPOS NÃO-IDENTIFICADOS DE BATATA-DOCE. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 4, n. 1, p. 1–7, 5 2022.

TANAKA, M. et al. Functional components in sweet potato and their genetic improvement. **Breeding Science**, v. 67, n. 1, p. 52–61, 2017.

Emitido em 23/02/2026

DOCUMENTO COMPROBATÓRIO (ANEXO) Nº 0/2026 - CCHSA - CAE (11.01.38.14)
(Nº do Documento: 2)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 23/02/2026 10:38)
MARA JANAINA NASCIMENTO CASTRO
SECRETARIO(A)
2422248

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número: **2**, ano: **2026**, documento (espécie): **DOCUMENTO COMPROBATÓRIO (ANEXO)**, data de emissão: **23/02/2026** e o código de verificação: **935a59548b**