



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

Desempenho de Batata-Doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Biofortificada sob Lâminas de Irrigação

Guilherme James Carvalho da Costa

Petrolina – PE
2025

Guilherme James Carvalho da Costa

Desempenho de Batata-Doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Biofortificada sob Lâminas de Irrigação

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Sertão
Pernambucano – IFSertãoPE, Campus
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Dr. Erbs Cintra de Souza Gomes

Petrolina – PE
2025

Guilherme James Carvalho da Costa

Desempenho de Batata-Doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Biofortificada sob Lâminas de Irrigação

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Sertão
Pernambucano – IFSertãoPE, Campus
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 31 de outubro de 2025.

Dr. Erbs Cintra de Souza Gomes
Orientador
IFSertãoPE / Campus Petrolina Zona Rural

Dr. Alexandre Braga Gomes
Membro Externo
IFSertãoPE, Campus Petrolina

Dra. Aline Rocha
Membro Interno
IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C838 Costa, Guilherme James Carvalho da.

Desempenho de Batata-Doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Biofortificada sob Lâminas de Irrigação / Guilherme James Carvalho da Costa. - Petrolina, 2025.
51 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Erbs Cintra de Souza Gomes.

1. Ciências Agrárias. 2. BioFORT. 3. Déficit Hídrico. 4. Manejo da Irrigação. 5. Semiárido. I. Título.

CDD 630

Agradecimentos

Aos que me acompanharam até aqui...

É com imensa gratidão que expresso meus agradecimentos a todos que fizeram parte desta jornada e contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder sabedoria, força e serenidade em cada etapa deste caminho. Foi sua presença que me sustentou nos momentos de incerteza e me mostrou que todo esforço vale a pena quando caminhamos com fé.

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e estiveram ao meu lado em todos os momentos. Mesmo estando longe, nunca deixaram de estar presentes — com palavras, gestos e orações que sempre me confortaram e me deram forças para seguir. A vocês, meu amor e gratidão por todo o apoio. Aos meus pais e às minhas irmãs, dedico esta conquista com todo o meu carinho.

Aos meus padrinhos, Josué e Elizângela, expresso minha mais sincera gratidão pelo apoio, carinho e por terem me acolhido durante toda a minha vida acadêmica. A presença de vocês foi fundamental, oferecendo não apenas suporte, mas também conforto e incentivo em cada etapa dessa caminhada.

Aos meus professores, que compartilharam seus conhecimentos com generosidade e dedicação, contribuindo de forma essencial para a minha formação. Em especial, agradeço ao Professor Dr. Erbs Cintra, pela orientação, paciência e por acreditar no meu potencial; aos servidores Lademir Boareto e em especial a Delmo Freire, pelo apoio, atenção e disponibilidade.

À Rede BioFORT de Alimentos Biofortificados e aos pesquisadores Alexandre Mello, Giovani da Silva e Marília Muti, pelo constante apoio técnico, parceria e acompanhamento nas ações desenvolvidas.

Aos meus amigos, agradeço pela amizade, compreensão e por estarem sempre presentes nos momentos bons e difíceis dessa caminhada. Cada palavra de

incentivo, cada gesto de apoio e cada risada compartilhada tornaram essa jornada mais leve e significativa.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa caminhada. Cada gesto de apoio e incentivo foi importante para que eu chegasse até aqui.

Muito obrigado a todos!

No equilíbrio entre água e solo, cada alimento revela seu potencial.

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) apresenta relevância socioeconômica e nutricional, destacando-se como cultura estratégica no enfrentamento da insegurança alimentar por meio da biofortificação. No Semiárido brasileiro, a escassez hídrica torna a irrigação um fator determinante para a estabilidade produtiva. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de variedades de batata-doce biofortificadas submetidas a diferentes lâminas de irrigação, considerando parâmetros de produtividade, massa fresca e seca da parte vegetativa e qualidade das raízes tuberosas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável (BioDS) do IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural, em delineamento em blocos ao acaso (DBC), com arranjo fatorial 4 × 2 (quatro variedades: CIP BRS Nuti, Beauregard, BRS Anembé e BRS Cotinga × duas lâminas de irrigação: 50% e 100% da capacidade de campo), com três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. As cultivares CIP BRS Nuti e Beauregard apresentaram maiores produtividades sob irrigação plena (34,21 e 35,37 t·ha⁻¹, respectivamente). A cultivar CIP BRS Nuti manteve desempenho satisfatório sob déficit hídrico, evidenciando maior plasticidade fisiológica. Conclui-se que o manejo adequado da irrigação possibilita otimizar o uso da água sem comprometer de forma significativa a produtividade e a qualidade comercial das raízes tuberosas.

Palavras-chave: BioFORT, Déficit Hídrico, Manejo da Irrigação, Semiárido, Fome.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) has socioeconomic and nutritional importance, standing out as a strategic crop in combating food insecurity through biofortification. In the Brazilian semiarid region, water scarcity makes irrigation a key factor for productive stability. This study aimed to evaluate the performance of biofortified sweet potato varieties subjected to different irrigation levels, considering parameters of yield, fresh and dry biomass of the vegetative part, and quality of tuberous roots. The experiment was conducted at the Laboratory of Biotechnology and Sustainable Development (BioDS) of IFSertãoPE, Petrolina Zona Rural Campus, using a randomized block design (RBD) with a 4 × 2 factorial arrangement (four varieties: CIP BRS Nuti, Beauregard, BRS Anembé, and BRS Cotinga × two irrigation levels: 50% and 100% of field capacity), with three replications, totaling 24 experimental plots. The cultivars CIP BRS Nuti and Beauregard showed the highest yields under full irrigation (34.21 and 35.37 t·ha⁻¹, respectively). The cultivar CIP BRS Nuti maintained satisfactory performance under water deficit, demonstrating greater physiological plasticity. It is concluded that proper irrigation management can optimize water use without significantly compromising the yield and commercial quality of tuberous roots.

Keywords: BioFORT, Water Deficit, Irrigation Management, Semiarid Region, Hunger.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área experimental do Laboratório de Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável (BioDS), Campus Petrolina Zona Rural, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE). Petrolina, PE. 2025.....	22
Figura 2 - Sistema de irrigação utilizado na área experimental. Petrolina, PE. 2025.....	25
Figura 3 - Implantação da área experimental. Petrolina, PE. 2025.....	26
Figura 4 - Demarcação da área experimental em campo. Petrolina, PE. 2025.....	27
Figura 5 - Raízes tuberosas das variedades de batata-doce utilizadas no experimento: A) CIP BRS Nuti; B) Beauregard; C) BRS Anembé; e D) BRS Cotinga. Petrolina, PE. 2025.....	29
Figura 6 - Coleta de parte aérea de plantas de batata-doce biofortificada para determinação de massa fresca e seca. Petrolina, PE. 2025.....	33
Figura 7 - Coleta de material vegetal de batata-doce biofortificada para determinação de massa fresca e seca. Petrolina, PE. 2025.....	34
Figura 8 - Ensacamento do material vegetal para análise de massa seca e fresca. Petrolina, PE. 2025.....	35
Figura 9 - Coleta das raízes tuberosas de batata-doce biofortificada para determinação de peso total e qualidade de raiz. Petrolina, PE. 2025.....	36
Figura 10 - Análise de qualidade batata-doce biofortificada. Petrolina, PE. 2025....	37
Figura 11 - Raízes tuberosas de batata-doce. A) CIP BRS Nuti; B) Beauregard; C) BRS Anembé; e D) BRS Cotinga. Petrolina, PE. 2025.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros químicos do solo da área experimental utilizados na determinação da capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP). Petrolina, PE. 2025.....	23
Quadro 2 - Esquema do delineamento experimental em campo. Petrolina, PE. 2025..	27
Quadro 3 - Parâmetros físicos do solo da área experimental utilizados na determinação da capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP). Petrolina, PE. 2025.....	31
Quadro 4 - Escala de notas para classificação de raízes de batata-doce quanto ao formato. Petrolina, PE. 2025.....	32
Quadro 5 - Critérios de notas para classificação de raízes de batata-doce de acordo com os danos provocados por insetos de solo. Petrolina, PE. 2025.....	32

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Valores de evapotranspiração (média semanal) observados durante a condução do experimento entre os dias 25/04/2025 a 23/08/2025, de acordo com o DINC. Petrolina, PE. 2025.....	30
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância individual (ANOVA) das variáveis avaliadas: A – Produtividade total; B – Peso fresco; e C – Peso seco. Petrolina, PE. 2025.....	38
Tabela 2 - Valores médios de massa fresco (PF) e massa seco (PS) das ramas de variedades de batata-doce submetidas a diferentes lâminas de irrigação. Petrolina, PE. 2025	39
Tabela 3 - Valores médios de comprimento ($\emptyset$) e largura (L) das raízes de batata-doce submetidas a diferentes lâminas de irrigação. Petrolina, PE. 2025.....	42
Tabela 4 - Valores médios de produtividade total (PT) de variedades de batata-doce cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação. Petrolina, PE. 2025	43

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO GERAL	15
2.1 Objetivos específicos	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. História e importância da batata-doce	16
3.2. Botânica e Ecofisiologia da batata-doce	17
3.3. Melhoramento e biofortificação	17
3.4. Irrigação e manejo hídrico no Semiárido	19
3.5. Mercado de batata-doce	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1. Fitomassa fresca e seca	40
5.2. Formato e qualidade comercial das raízes	41
5.3. Aspectos morfológicos	42
5.4. Produtividade Total	44
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma das hortaliças mais versáteis e nutricionalmente ricas cultivadas no mundo, com grande importância socioeconômica, especialmente em regiões tropicais e subtropicais. Originária das Américas e amplamente difundida no Brasil desde antes da colonização, essa raiz tuberosa destaca-se não apenas por sua adaptabilidade a diferentes condições climáticas e solos, mas também por seu alto valor nutritivo, sendo fonte de carboidratos complexos, fibras, vitaminas (como A e C) e antioxidantes (Embrapa, 2024).

A batata-doce exerce um papel socioeconômico relevante para a agricultura familiar no Nordeste e no Semiárido brasileiro, consolidando-se como uma das principais hortaliças cultivadas no país. Sua produção apresenta impacto direto na geração de emprego e renda, especialmente entre agricultores familiares da região, que encontram nessa cultura uma alternativa acessível e estratégica para a subsistência e comercialização (Martins Filho, 2021). Além disso, trata-se de uma atividade agrícola de fácil implantação, uma vez que demanda pequenas extensões de terra, reduzido conhecimento técnico e baixo nível de investimento inicial, quando comparada a outras culturas, fatores que ampliam sua viabilidade econômica para os pequenos produtores (Faulin; Azevedo, 2003).

Segundo Campos, Pilon e Melo (2021), o consumo de batata-doce apresenta forte disparidade entre as regiões do Brasil, sendo o Nordeste o maior consumidor (4,7 kg/ano), seguido pelo Sul (2,9 kg/ano), Centro-Oeste (1,9 kg/ano), Sudeste (1,1 kg/ano) e Norte (1,1 kg/ano). Essa diferença regional no consumo está diretamente associada à relevância socioeconômica. De acordo com Facchini et al. (2014), com base em dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios PNAD 2004, identificaram que a prevalência de insegurança alimentar grave foi mais elevada no Nordeste, alcançando 13,2% da população. Com base nesses dados, a introdução de novas biotecnologias, como a biofortificação, pode contribuir diretamente para o enfrentamento da desnutrição nesta região.

Os alimentos biofortificados foram inicialmente desenvolvidos com o objetivo de combater a chamada fome oculta, condição que atinge cerca de 2 bilhões

de pessoas em todo o mundo. Essa carência nutricional está relacionada à deficiência de micronutrientes essenciais, como zinco, vitamina A e ferro, sendo considerada um problema de saúde pública que compromete a capacidade de trabalho, causa distúrbios no sistema imunológico e pode desencadear doenças como a anemia, levando até mesmo à morte (Loureiro et al., 2018). Nesse contexto, diversos produtos vêm sendo desenvolvidos, como mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), milho (*Zea mays* L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) e abóbora (*Cucurbita* spp.) com maior teor de β -caroteno (pró-vitamina A); além de arroz (*Oryza sativa* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) com teores mais elevados de ferro e zinco, incluindo também produtos processados a partir de cultivos biofortificados (Carvalho; Nuti, 2012). Porém, para a produção de alimentos, é necessária a presença de irrigação, uma vez que o Semiárido nordestino apresenta alta irregularidade pluviométrica e escassez hídrica, o que torna a irrigação uma prática indispensável.

A irrigação constitui uma técnica milenar cujo propósito é fornecer às culturas um volume de água adequado, possibilitando que estas expressem de forma plena seu potencial genético de desenvolvimento e produção. No Semiárido brasileiro, destacam-se os municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, cujo desenvolvimento agrícola foi fortemente impulsionado pela adoção dessa prática. Tal relevância decorre do fato de que, em regiões onde a perda de água por evaporação do solo e pela transpiração das plantas supera a precipitação pluvial, ocorre o déficit hídrico, comprometendo o desempenho das culturas (Basso et al. 2010). A água, portanto, configura-se como fator limitante para a produção agrícola, o que reforça a necessidade de um manejo de irrigação eficiente, capaz de otimizar o uso dos recursos hídricos e garantir a sustentabilidade da atividade produtiva no Semiárido.

Apesar dos avanços no desenvolvimento de cultivares biofortificadas, existem lacunas quanto à resposta agrônômica e nutricional destas a diferentes lâminas de irrigação, bem como sobre a integração entre produtividade, qualidade nutricional e a viabilidade econômica do cultivo para famílias agricultoras. Assim, partimos das hipóteses de que: (1) a aplicação de lâminas de irrigação abaixo da evapotranspiração da cultura (ETc) reduz a produtividade; e (2) existe uma lâmina de irrigação ótima que possibilita o equilíbrio entre produtividade e viabilidade econômica para o agricultor familiar. Desse modo, objetivou-se com o presente estudo avaliar

quais variedades de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) biofortificadas apresentam maior tolerância ao déficit hídrico, considerando os parâmetros de produtividade, massa fresca e seca da parte vegetativa e qualidade de raízes tuberosas, sob duas lâminas de irrigação: 50% e 100% da capacidade de campo da área de cultivo.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho de variedades de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) biofortificadas sob duas condições de irrigação correspondentes a 50% e 100% da capacidade de campo da área de cultivo.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o comportamento agrônomo das variedades de batata-doce biofortificadas sob diferentes lâminas de irrigação;
- Identificar a produtividade total das variedades avaliadas em condições de déficit e de plena irrigação;
- Determinar a massa fresca e seca da parte aérea e das raízes, verificando os efeitos do estresse hídrico sobre o acúmulo de biomassa;
- Identificar atributos de qualidade das raízes tuberosas sob diferentes níveis de irrigação;
- Identificar as variedades com maior tolerância ao déficit hídrico, visando subsidiar estratégias de manejo adaptadas a regiões semiáridas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. História e importância da batata-doce

A batata-doce, originária da América Central, possui uma longa história de cultivo e disseminação. Estudos indicam que a espécie foi levada para a Europa por Cristóvão Colombo, e posteriormente introduzida na África e na Ásia por espanhóis e portugueses (Ferreira; Lima; Sánchez, 2021). Registros arqueológicos apontam que suas raízes já eram utilizadas há cerca de 8 a 10 mil anos em cavernas do Peru, enquanto a domesticação da planta ocorreu aproximadamente há 5 mil anos (Embrapa, 2021), evidenciando a relevância histórica e cultural dessa hortaliça.

A cultura da batata-doce apresenta grande versatilidade de consumo, podendo ser utilizada de diferentes formas na alimentação humana, como cozida (inteira ou fatiada), em purê, nhoque, combinada ao leite, assada ou frita. Além disso, a espécie gera subprodutos importantes, uma vez que raízes fora do padrão comercial, ricas em energia, e ramas, com elevado teor proteico, são amplamente empregadas na alimentação animal, atendendo espécies como suínos, bovinos, caprinos, ovinos, coelhos, animais de tração e até peixes (Ferreira; Resende, 2021).

Historicamente, a batata-doce desempenha papel central na segurança alimentar, sendo cultivada de forma empírica por agricultores familiares, geralmente em consórcio com outras culturas, visando o autoconsumo. Seu uso tradicional está associado principalmente às primeiras refeições do dia, nas formas cozida, assada ou frita (Freitas et al., 2006). Sua relevância ultrapassa o âmbito da subsistência, consolidando-se como cultura essencial em países em desenvolvimento. Exemplos históricos reforçam essa importância: nos Estados Unidos, foi alimento fundamental durante a Crise de 1929, por se tratar de uma hortaliça barata e nutritiva; já na China, em 1954, foi responsável por salvar milhares de vidas durante um período de fome causado por inundações, condições climáticas desfavoráveis e políticas agrícolas inadequadas. Desde então, a cultura consolidou-se no país, que atualmente é o maior produtor mundial (Fernandes et al., 2021).

3.2. Botânica e ecofisiologia da batata-doce

A batata-doce é uma espécie dicotiledônea, da família Convolvulácea, que pode agrupar mais de 1000 espécies (Silveira; André; Alvim, 2007), mas somente a batata-doce tem expressão econômica. A cultura apresenta caule herbáceo e prostrado, podendo atingir até três metros. Suas folhas são simples, numerosas e variam em formato, enquanto as flores possuem coloração que vai do branco ao roxo. O fruto é uma cápsula escura e suas raízes se dividem em dois tipos: absorventivas e de reserva (Ferreira; Lima; Sánchez, 2021).

As raízes absorventes são abundantes, ramificadas e podem surgir inclusive nos nós dos caules. Já as de reserva, também chamadas tuberosas, apresentam diferentes formatos, como redondo, oblongo, fusiforme ou alongado. Nessas estruturas, a cor da epiderme pode variar entre branca, amarela, vermelha ou roxa, enquanto a polpa (parênquima) pode ser branca, amarela, laranja ou roxa (Ferreira; Lima; Sánchez, 2021).

O ciclo da batata-doce apresenta ampla variabilidade, podendo se estender de 12 a 35 semanas, dependendo da cultivar e das condições ambientais, sendo que a maioria alcança a produtividade máxima entre 12 e 22 semanas após o plantio (Embrapa, 2021). Durante esse período, distinguem-se três fases fisiológicas: a primeira, caracterizada pelo crescimento da parte aérea e formação inicial de raízes absorventes e tuberosas em potencial; a segunda, em que ocorre simultaneamente o crescimento vegetativo e a tuberização; e a terceira, marcada pelo predomínio da tuberização (Queiroga et al., 2007).

3.3. Melhoramento e biofortificação

A biofortificação de culturas básicas é uma resposta prática, comprovada e baseada na demanda para a fome oculta, principalmente entre as centenas de milhões de famílias de pequenos agricultores que comem principalmente o que cultivam, não podem pagar por dietas nutricionalmente diversas e também não são facilmente alcançadas por iniciativas de fortificação ou suplementação de alimentos. Nesse sentido, HarvestPlus (2022) define que a biofortificação pode ser alcançada por diferentes abordagens. No melhoramento vegetal convencional, busca-se

aumentar o teor de nutrientes das plantas dentro de seus limites genéticos, selecionando genótipos naturalmente mais ricos nos micronutrientes desejados e realizando cruzamentos com variedades adaptadas, sem o uso de organismos geneticamente modificados. A biofortificação agronômica, por sua vez, consiste em elevar o teor mineral nas partes comestíveis das culturas por meio da aplicação de fertilizantes minerais ao solo, às folhas ou na água de irrigação. Por fim, a modificação genética possibilita aumentar os níveis de micronutrientes além dos limites naturais da espécie, por meio da alteração do DNA da planta, originando variedades transgênicas.

Complementando essa visão, Vergütz et al. (2016) destacaram que “a biofortificação genética nos permite aumentar tanto a concentração de nutrientes minerais quanto de pró-vitamina A, betacaroteno e proteínas. Por exemplo, a biofortificação agronômica visa principalmente ao enriquecimento dos alimentos com nutrientes minerais, especialmente Fe e Zn”. Dessa forma, a biofortificação genética possibilita a elevação simultânea de diferentes nutrientes essenciais, enquanto a biofortificação agronômica foca, sobretudo, em minerais como ferro e zinco, desempenhando papel relevante na redução das deficiências nutricionais em populações cuja dieta é baseada em alimentos básicos.

Um dos aspectos mais importantes da biofortificação, quando comparada a outras técnicas empregadas no combate à fome oculta, é que, uma vez desenvolvida e implementada, trata-se de uma alternativa sustentável que não requer mudanças significativas nos hábitos alimentares da população (Vergütz et al., 2016).

Como exemplo de sucesso da biofortificação, destaca-se uma iniciativa integrada com a batata-doce de polpa alaranjada na África Subsaariana, que, desde 2009, envolveu múltiplos parceiros e doadores e alcançou 2,8 milhões de domicílios. Tal experiência evidenciou a eficácia da estratégia tanto na adoção da cultura quanto no impacto nutricional da população (Bouis et al., 2017), demonstrando ser uma importante ferramenta no combate à fome e à deficiência de vitamina A na região.

Um dos principais alimentos biofortificados é a batata-doce de polpa alaranjada (BDPA), considerada uma das fontes mais ricas de betacaroteno (BC) na natureza. No organismo humano, o BC é convertido em vitamina A (retinol), expressa em Equivalentes de Atividade de Retinol (EAR). Estudos indicam que aproximadamente 13 unidades de BC se convertem em uma unidade de retinol. Além disso, há diferentes

variedades de BDPA, e quanto mais intenso o tom laranja da raiz, maior é o seu conteúdo de betacaroteno (CIP, 2015).

3.4. Irrigação e manejo hídrico no Semiárido

O semiárido brasileiro apresenta características climáticas específicas, com precipitação anual máxima de 800 mm, insolação média de 2.800 h.ano⁻¹, temperaturas médias entre 23°C e 27°C, evapotranspiração média de 2.000 mm.ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%, (Da Silva et al., 2010). Essa combinação de fatores, especialmente a escassez e irregularidade das chuvas, torna essencial a adoção de sistemas de irrigação para viabilizar a agricultura na região.

A agricultura irrigada permite aumentos significativos na produtividade de diversas culturas, contribuindo para reduzir a expansão de plantios em áreas com cobertura vegetal natural, aumentar a duração do período anual de plantios e a produção agrícola (Guimarães; Landau, 2014).

Segundo Carvalho et al. (2011), as atividades agrícolas demandam grandes quantidades de água e, sendo cada vez mais preocupante a sua escassez, esforços têm sido empregados no desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a sua economia, em todo o planeta. Neste sentido, o correto conhecimento da evapotranspiração das culturas, seja para projeto e/ou manejo de irrigação, assume fundamental importância. Uma das alternativas para se racionalizar o uso da água, em projetos agrícolas, é estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c), a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c).

A evapotranspiração representa o processo combinado de perda de água do solo por evaporação e da planta por transpiração. Nos estágios iniciais do ciclo da cultura, quando o solo está mais exposto, a evaporação predomina. Com o desenvolvimento da copa e a cobertura do solo, a transpiração passa a ser responsável por mais de 90% da evapotranspiração total (Allen et al., 1998). O coeficiente de cultura, por sua vez, é um parâmetro que relaciona fatores ambientais e fisiológicos das plantas e deve ser determinado preferencialmente para as condições locais em que será aplicado (De Medeiros; Arruda; Sakai, 2004).

A evapotranspiração da cultura (ET_c) corresponde à quantidade de água consumida pela planta em condições ideais de crescimento, sem limitações de estresse hídrico, salinidade do solo, pragas, doenças ou baixa fertilidade (Allen et al., 1998). Essa estimativa é essencial para planejar e manejar a irrigação de forma eficiente, garantindo o uso racional da água.

Não existe um sistema de irrigação ideal que atenda a todas as condições ambientais e objetivos agrícolas simultaneamente. Dessa forma, a seleção do sistema de irrigação deve considerar as características da cultura, as condições climáticas e os objetivos de produção desejados (Andrade, 2006). De maneira geral, a irrigação pode ser realizada por quatro métodos principais: por superfície, por aspersão, localizada e por subirrigação.

Os sistemas de irrigação por superfície são amplamente utilizados em diversas regiões irrigadas ao redor do mundo, apresentando diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico. Entre suas principais características, destacam-se o baixo custo de investimento e operação, o consumo reduzido ou até inexistente de energia, a boa adaptação às culturas anuais e perenes, além de uma forte dependência das condições da superfície e do solo (Scaloppi, 1986). Segundo a Embrapa Milho e Sorgo, (s.d.), consiste na condução de água por meio de pequenos canais paralelos às linhas de plantio, durante o tempo necessário para que a água se infiltre no solo e umedeça a zona radicular da cultura.

A irrigação por aspersão consiste na aplicação de água em forma de chuva sobre a cultura, apresentando como principais vantagens a adaptabilidade a diferentes tipos de solo e topografia, maior eficiência de distribuição em relação ao método de superfície, possibilidade de automação e facilidade de transporte e remoção dos equipamentos. Entretanto, o sistema possui limitações, como maiores custos de instalação e operação, sensibilidade às condições climáticas e risco de favorecer o aparecimento e disseminação de doenças em determinadas culturas (Embrapa Milho e Sorgo, S.D.)

No método da irrigação localizada, a água é, em geral, aplicada em apenas uma fração do sistema radicular das plantas, empregando-se emissores pontuais (gotejadores), lineares (tubo poroso ou "tripa") ou superficiais (microaspersores). A proporção da área molhada varia de 20 a 80% da área total, o que pode resultar em economia de água. O teor de umidade do solo pode ser mantido alto, através de

irrigações freqüentes e em pequenas quantidades, beneficiando culturas que respondem a essa condição (Embrapa Milho e Sorgo, S.D.).

Com a subirrigação, o lençol freático é mantido a uma certa profundidade, capaz de permitir um fluxo de água adequado à zona radicular da cultura. Geralmente, está associado a um sistema de drenagem subsuperficial. Havendo condições satisfatórias, pode-se constituir no método de menor custo (Embrapa Milho e Sorgo, S.D.).

3.5. Mercado de batata-doce

Em 2023, o Brasil posicionou-se como o 14º maior produtor mundial de batata-doce (Diversitytimes, 2024). Nos anos anteriores, a cultura apresentou forte expansão no país. Entre 2014 e 2023, a área plantada aumentou 53,6%, alcançando 61 mil hectares, enquanto a produção subiu de 555,8 mil para 925,6 mil toneladas. No mesmo período, o Valor Bruto da Produção (VBP) apresentou crescimento de 90,1%, passando de R\$ 972,2 milhões para R\$ 1,8 bilhão (Portal do Agronegócio, 2023). Esses indicadores evidenciam não apenas a ampliação da área cultivada, mas também a valorização econômica da cultura no cenário agrícola nacional.

Além dessas importâncias nacionais, o Submédio do Vale do São Francisco apresenta grande potencial para a produção de batata-doce voltada à exportação, devido às condições favoráveis de solo e clima, que permitem o cultivo de raízes de alta qualidade. Reconhecida como polo exportador de frutas, a região possui conhecimento de mercado que pode ser aplicado na produção de batata-doce, especialmente das raízes de coloração laranja, altamente valorizadas nos mercados europeus por apresentarem maior teor de betacaroteno (vitamina A) em comparação às raízes de coloração creme (Ferreira; Resende, 2020). Essa combinação de fatores posiciona o Vale como uma área estratégica para a expansão da produção e inserção competitiva da batata-doce brasileira no comércio internacional.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área de Pesquisa e Produção de Alimentos Biofortificados do Laboratório de Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável (BioDS), Campus Petrolina Zona Rural do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE), Petrolina, PE. O sítio experimental localiza-se no Vale do Submédio do Rio São Francisco ($9^{\circ}20'07,6''\text{S}$; $40^{\circ}41'18,4''\text{W}$) (Figura 1).

Figura 1 - Área experimental do Laboratório de Biotecnologia e Desenvolvimento Sustentável (BioDS), Campus Petrolina Zona Rural, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão-PE). Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor. 2025.

A área experimental foi implantada em 25 de abril de 2025, totalizando 500 m² (20 × 25 m), composta por 22 canteiros de 25 m de comprimento. Oito canteiros centrais foram utilizados para o plantio, com espaçamento de 2,4 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. Foram mantidos dois canteiros vazios entre os cultivos e 2,4 m entre parcelas na linha, visando minimizar interferências entre tratamentos.

O experimento foi conduzido utilizando quatro variedades biofortificadas de batata-doce, a saber: CIP BRS Nuti, Beauregard, BRS Cotinga e BRS Anembé. As mudas foram previamente produzidas em viveiro, em vasos contendo 8 kg de substrato formulado na proporção de 2:1, sendo duas partes de areia e uma parte de esterco bovino curtido, devidamente homogeneizado.

Após 60 dias de cultivo em vasos, foram coletadas ramas de cada variedade, com aproximadamente 30 cm de comprimento e contendo, em média, quatro gemas por estaca, sendo implantadas com duas gemas abaixo do solo e duas acima da superfície. Antes do estabelecimento do ensaio a campo, foram coletadas amostras de solo na área experimental e encaminhadas ao laboratório para a determinação dos parâmetros químicos, conforme metodologia preconizada pela Embrapa (2017) - (Quadro1).

Quadro 1 - Parâmetros químicos do solo da área experimental utilizados na determinação da capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP). Petrolina, PE. 2025.

Parâmetro	Unidade	Resultado
pH H ₂ O (1:2,5)	—	6,2
C.E. (dS/m)	dS/m	0,16
Ca ²⁺ (Cálcio)	cmolc/dm ³	3,4
Mg ²⁺ (Magnésio)	cmolc/dm ³	1,1
Na ⁺ (Sódio)	cmolc/dm ³	0,02
K ⁺ (Potássio)	cmolc/dm ³	0,26
Soma de bases (SB)	cmolc/dm ³	4,72
H ⁺ + Al (Acidez potencial)	cmolc/dm ³	0,89
CTC (Capacidade de troca catiônica)	cmolc/dm ³	5,61
V (%) (Saturação por bases)	%	84
Al ³⁺ (Alumínio)	cmolc/dm ³	0
P (Mehlich)	mg/dm ³	9,76
Matéria Orgânica	g/kg	6,7
Carbono Orgânico	g/kg	3,9
Saturação por Ca ²⁺	%	60
Saturação por Mg ²⁺	%	19,1
Saturação por Na ⁺	%	0,4
Saturação por K ⁺	%	4,6

Parâmetro	Unidade	Resultado
pH H ₂ O (1:2,5)	–	6,2
C.E. (dS/m)	dS/m	0,16
Ca ²⁺ (Cálcio)	cmolc/dm ³	3,4
Mg ²⁺ (Magnésio)	cmolc/dm ³	1,1
Saturação por Al ³⁺ (m%)	%	0
Cu (Cobre)	mg/dm ³	0,7
Fe (Ferro)	mg/dm ³	25,9
Mn (Manganês)	mg/dm ³	36,2
Zn (Zinco)	mg/dm ³	2,2
B (Boro)	mg/dm ³	0,31

Fonte: O autor. 2025.

O preparo do solo foi realizado por meio de aração e gradagem, seguido da abertura dos sulcos para o plantio. Em seguida, instalou-se o sistema de irrigação por gotejamento, composto por fitas gotejadoras com espaçamento entre emissores de 20 cm e vazão nominal de 2,3 L.h⁻¹ (figura 2).

Figura 2 - Sistema de irrigação utilizado na área experimental. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor.

O plantio foi realizado logo após a instalação do sistema de irrigação, posicionando-se as mudas de batata-doce verticalmente nos sulcos, garantindo-se que, no mínimo, duas gemas permanecessem enterradas (figura 3). As plantas foram submetidas a dois níveis de irrigação, correspondentes a 50% e 100% da capacidade de campo estimada (CC).

Figura 3 - Implantação da área experimental. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 4×2 (variedades $\times$ lâminas de irrigação), com três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela correspondeu ao plantio de 10 mudas de batata-doce, em espaçamento de 25 cm entre plantas. Ao final do experimento, foram avaliadas as 05 plantas centrais de cada parcela experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013).

Quadro 2 - Esquema do delineamento experimental em campo. Petrolina, PE. 2025.

Bloco 1		Bloco 1		Bloco 2		Bloco 2		Bloco 3		Bloco 3	
Borda		Borda		Borda		Borda		Borda		Borda	
Borda	x	NUTI	x	COTINGA	x	ANEMBE	x	BG	x	NUTI	x
Borda	x	ANEMBÉ	x	ANEMBÉ	x	COTINGA	x	ANEMBÉ	x	COTINGA	x
Borda	x	BG	x	BG	x	BG	x	COTINGA	x	BG	x
Borda	x	COTINGA	x	NUTI	x	NUTI	x	NUTI	x	ANEMBE	x
Borda		Borda		Borda		Borda		Borda		Borda	
50%		100%		50%		100%		50%		100%	

Fonte: O autor. *BG – Beauregard. 50% - **50% da Capacidade de Campo.*** 100% da Capacidade de Campo.

Figura 4 - Demarcação da área experimental em campo. Petrolina, PE. 2025.

Fonte: O autor.

Foram utilizadas quatro variedades de batata-doce no estudo: CIP BRS Nuti, Beauregard, BRS Anembé e BRS Cotinga. A CIP BRS Nuti, desenvolvida pela Embrapa, possui casca rosada e polpa alaranjada, destacando-se pela boa estabilidade produtiva e pela versatilidade para uso tanto industrial quanto para consumo in natura. Além disso, apresenta alta produtividade em diferentes ambientes e resistência aos principais nematoides do gênero *Meloidogyne*, como *M. javanica*, *M. incognita* e *M. enterolobii* (Embrapa, 2021).

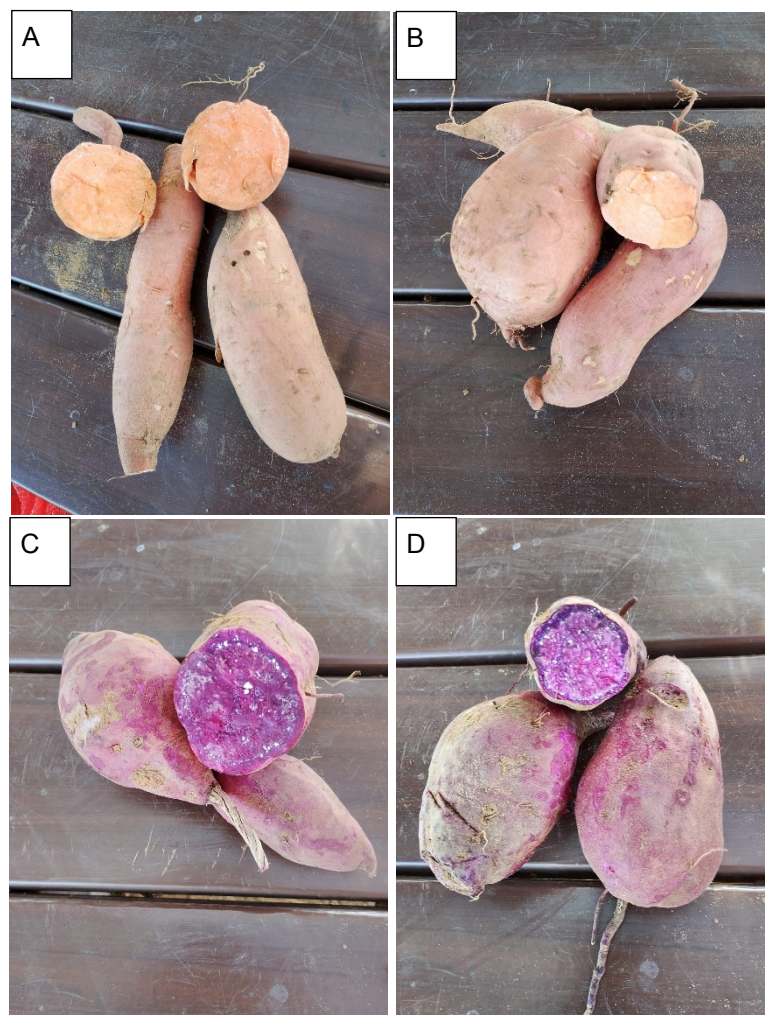
A cultivar Beauregard apresenta raízes elípticas, alongadas e uniformes, com casca vermelho-arroxeadas e textura lisa, além de polpa com coloração alaranjada intensa, característica relacionada ao elevado teor de beta-caroteno. Seu rendimento

médio varia de 23 a 29 toneladas por hectare, com ciclo produtivo entre 120 e 150 dias (Embrapa, 2010).

A cultivar BRS Anembé apresenta raízes ovaladas com casca vermelho-arroxeadas e polpa roxa, além de olhos rasos. Destaca-se pelo elevado teor de antocianinas e pelo vigor das ramas, característica que favorece a multiplicação precoce após o plantio das mudas-matrizes, além de apresentar alta produtividade (Melo et al., 2021).

A cultivar BRS Cotinga apresenta casca e polpa de coloração roxa intensa, mostrando ampla adaptabilidade a diferentes ambientes e alta estabilidade de produção. Possui também alto teor de antocianinas e ramas vigorosas, favorecendo a propagação precoce e garantindo altos níveis de produtividade (Vendrame et al., 2022).

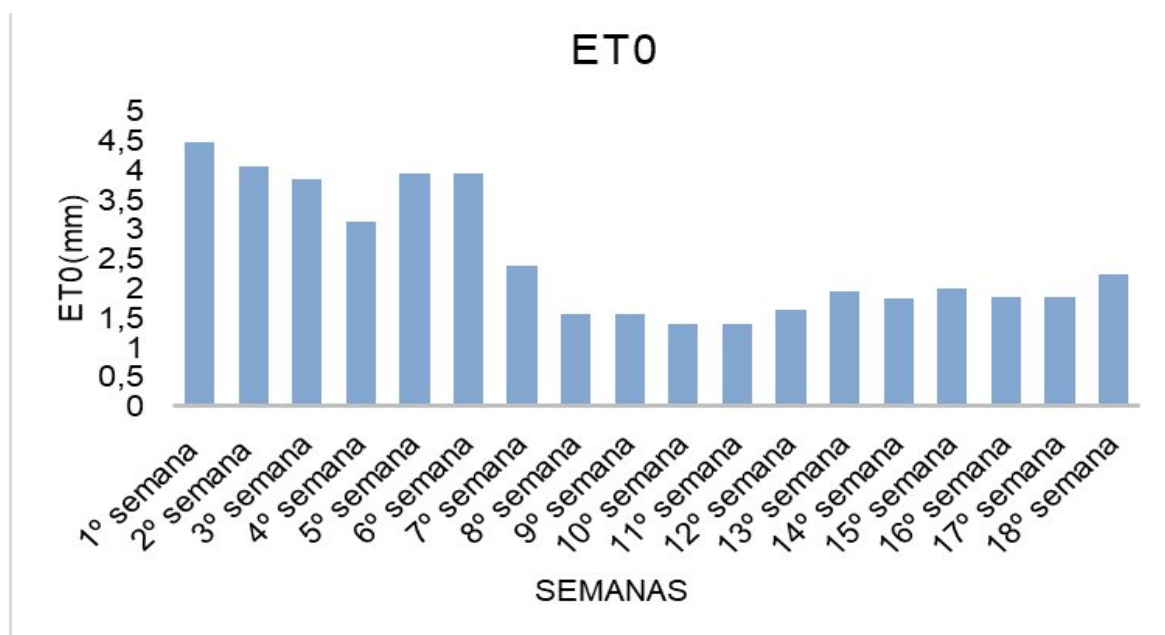
Figura 5 - Raízes tuberosas de batata-doce biofortificada: A) CIP BRS Nuti; B) Beauregard; C) BRS Anembé; e D) BRS Cotinga. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor.

O manejo da irrigação foi conduzido com base na evapotranspiração diária (Gráfico 1), estimada a partir de dados meteorológicos da estação agrometeorológica do Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC), localizada no perímetro C1, em Petrolina, PE.

Gráfico 1 - Valores de evapotranspiração (média semanal) observados durante a condução do experimento entre os dias 25/04/2025 a 23/08/2025, de acordo com o DINC. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor.

Conforme a recomendação de Fernandes et al. (2021), o período inicial de crescimento (primeiras quatro semanas após o plantio) foi considerado crítico, por influenciar diretamente o crescimento vegetativo e a produtividade de raízes tuberosas. Assim, durante essa fase, aplicou-se irrigação correspondente a 100% da capacidade de campo (CC). A partir da quarta semana, foram implementados dois níveis de irrigação, equivalentes a 50% e 100% da CC.

Para obtenção da capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP), adotou-se o método de regressão linear proposto por Fernandes, Ruiz e Cruzoé (2018), conforme descrição:

A **capacidade de campo (CC)** foi estimada conforme a equação (1):

- Equação 01: $CC = 0,00807 + 0,004291 \times \text{Argila} + 0,003186 \times \text{Silte} + 0,000506 \times \text{Areia fina}$ ($R^2 = 0,9238^{***}$).

O **ponto de murcha permanente (PMP)** foi determinado de acordo com a equação (2):

- Equação 02: $PMP = 0,004705 + 0,00299 \times \text{Argila} + 0,000642 \times \text{Silte} - 0,000156 \times \text{Areia fina}$ ($R^2 = 0,9425^{***}$).

Os valores de capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) foram de 0,132 e 0,049 kg.kg⁻¹, respectivamente (Quadro 3).

Quadro 3 - Parâmetros físicos do solo da área experimental utilizados na determinação da capacidade de campo (CC) e do ponto de murcha permanente (PMP). Petrolina, PE. 2025.

Parâmetro	Unidade	Valor
Areia	g kg ⁻¹	801
Silte	g kg ⁻¹	10
Argila	g kg ⁻¹	189
Densidade real	kg dm ⁻³	2,27
Densidade aparente	kg dm ⁻³	1,31
Classe textural	–	Franco Arenosa

Fonte: O autor.

As avaliações foram realizadas aos 120 dias após o plantio (DAP). As variáveis avaliadas foram A produtividade total (PT) foi composta pela soma das raízes comerciais e dos descartes, expressa em toneladas por hectare (t ha⁻¹), e o acúmulo de fitomassa, determinado a partir da massa fresca e seca das plantas (kg). Na colheita, as raízes tuberosas de batata-doce foram avaliadas quanto ao formato (Quadro 4), presença de danos causados por insetos de solo (Quadro 5) e classificação comercial. Consideraram-se comerciais os tubérculos com peso médio acima de 150 g, formato fusiforme e ausência de danos de insetos-praga (Souza, 2023).

Quadro 4 - Escala de notas para classificação de raízes de batata-doce quanto ao formato.

Notas	Classificação
1	Raiz com formato fusiforme, regular, sem veias ou quaisquer rachaduras;
2	Raiz com formato considerado bom, próximo de fusiforme, com algumas veias;
3	Raiz com formato desuniforme, com veias e bastante irregular;
4	Raízes muito grandes, com veias e rachaduras (indesejável comercialmente);
5	Raízes totalmente fora dos padrões comerciais, muito irregulares e deformadas, com muitas veias e rachaduras.

Fonte: Adaptado de UFLA (1996) por Souza (2023).

Quadro 5 - Critérios de notas para classificação de raízes de batata-doce de acordo com os danos provocados por insetos de solo.

Notas	Classe
1	Raízes livres de danos, com aspecto comercial desejável;
2	Raízes com poucos danos, perdendo um pouco com relação ao aspecto comercial (presença de algumas galerias e furos nas raízes);
3	Raízes com danos verificados sem muito esforço visual (presença de galerias e furos nas raízes em maior intensidade), com aspecto comercial prejudicado;
4	Raízes com muitos danos, praticamente imprestáveis para comercialização (presença de muitas galerias, furos e início de apodrecimento);
5	Raízes totalmente imprestáveis para fins comerciais (repletas de galerias, furos e apodrecimento mais avançado).

Fonte: Adaptado de UFLA (1996) por Souza (2023).

Figura 6 - Coleta de parte aérea de plantas de batata-doce biofortificada para determinação de massa fresca e seca. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor.

Para a determinação da massa fresca e seca, o material vegetal de cada planta foi coletado e acondicionado em sacos de ráfia vermelhos. Inicialmente, realizou-se a pesagem para obtenção do peso fresco. Em seguida, o material foi submetido à secagem ao ar livre, em ambiente sombreado, até atingir peso constante, momento em que foi determinada a massa seca.

Figura 7 - Coleta de material vegetal de batata-doce biofortificada para determinação de massa fresca e seca. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor. 2025.

Figura 8 - Ensacamento do material vegetal para análise de massa seca e fresca. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor. 2025.

Logo após, foram realizadas as coletas das raízes tuberosas, que foram cuidadosamente organizadas em contentores para transporte e posterior análise.

Figura 9 - Coleta das raízes tuberosas de batata-doce biofortificada para determinação de peso total e qualidade de raiz. Petrolina, PE. 2025



Fonte: O autor. 2025.

Para a análise de qualidade, foram utilizados régua para medir o comprimento e paquímetro para determinar a largura das raízes, além da avaliação da estrutura, dos danos e do formato das mesmas. Em seguida, realizou-se a pesagem das raízes comerciais e dos descartes utilizando balanças, visando à determinação da produtividade total.

Figura 10 - Análise de qualidade batata-doce biofortificada. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor. 2025.

A herdabilidade em sentido amplo (h^2) foi estimada com base nas variâncias genotípica e fenotípica, obtidas a partir dos quadrados médios da análise de variância (ANOVA) realizada para cada variável. O cálculo foi efetuado conforme a metodologia proposta por Falconer e Mackay (1996) e adaptada por Cruz et al. (2012), utilizando a expressão:

$$h^2 = (QM_{trat} - QM_{res}) / (QM_{trat} + (r - 1) \times QM_{res})$$

em que:

h^2 = herdabilidade em sentido amplo;

QM_{trat} = quadrado médio dos tratamentos;

Qm_{res} = quadrado médio do resíduo;

r = número de repetições.

Essa estimativa expressa a proporção da variância fenotípica total atribuída às diferenças genéticas entre as variedades de batata-doce biofortificadas avaliadas.

Valores elevados de h^2 indicam predominância de efeitos genéticos na expressão da característica, sugerindo maior eficiência na seleção de genótipos superiores. Por outro lado, valores reduzidos refletem maior influência ambiental e menor controle genético.

As estimativas foram realizadas individualmente para as variáveis produtividade total, peso fresco e peso seco das raízes tuberosas, considerando as condições hídricas impostas (50% e 100% da capacidade de campo), de modo a avaliar o comportamento das cultivares sob diferentes níveis de disponibilidade de água.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados permitiu a observação de diferenças significativas entre as variedades de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) avaliadas sob dois níveis de irrigação (50% e 100% da capacidade de campo - CC).

A análise de variância (Tabela 1) indicou efeito significativo ($p < 0,05$) da interação variedades de batata doce biofortificadas × lâmina de irrigação para as variáveis avaliadas, evidenciando respostas diferenciadas das variedades de batata-doce às condições hídricas impostas. Essa interação reflete o comportamento diferentes sob distintos níveis de disponibilidade de água, condição esperada para espécies cultivadas em ambientes semiáridos

Tabela 1 - Análise de variância individual (ANOVA) das variáveis avaliadas: A – Produtividade total; B – Peso fresco; e C – Peso seco. Petrolina, PE. 2025.

*Variável	Irrigação	QM (Bloco)	QM (Trat.)	QM (Res.)	F	P	F+	P+
A	50%	7.208.078	6.608.167	1.928.423	34.267	0.093	2.93	0.0767
					175.64			
	100%	2.141.642	45.260.549	2.576.828	4	0.0022	20.09	0.0001
Relação maior (QMR)/menor (QMR) = 1.41379								
B	50%	3.113.693	27.027.436	3.950.128	68.422	0.0231	10.87	0.001
					700.94			
	100%	7.043.581	71.537.188	1.020.583	4	0.0000	28.78	0.0000
Relação maior (QMR)/menor (QMR) = 3.87046								
C	50%	216.486	2.212.659	221.188	100.03	5	0.0095	16.81
								0.0001
	100%	460.491	2.177.608	0.42025	51.817	0.0001	16.55	0.0001
Relação maior (QMR)/menor (QMR) = 5.26326								
GL		2	3	6				

*A – Produtividade total; B – Peso fresco; e C – Peso seco; **F**: estatística F para o efeito principal; **P**: valor-p para o efeito principal; **F+**: estatística F para a interação entre os fatores; **P+**: valor-p para a interação; **GL**: graus de liberdade; Teste feito considerando o QMR da análise conjunta.

Fonte: O autor. 2025.

5.1. Fitomassa fresca e seca

O acúmulo de fitomassa, tanto fresca quanto seca, apresentou incremento significativo com o aumento da lâmina de irrigação ($p < 0,01$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de massa fresco (PF) e massa seco (PS) das ramas de variedades de batata-doce submetidas a diferentes lâminas de irrigação. Petrolina, PE. 2025.

Genótipo	Massa Fresco (t/ha)			Massa Seco (t/ha)		
	50%	100%	Média	50%	100%	Média
Anembé	29.13 bB	73.08 aA	51.10	7.83 bB	15.70 aA	11.77
Beauregard	15.24 cB	41.51 cA	28.38	4.20 cB	9.90 bA	7.05
Cotinga	38.31 aB	53.56 bA	45.94	10.81 aB	14.18 aA	12.50
Nuti	26.83 bB	39.41 cA	33.12	8.15 bB	11.04 bA	9.59
Média	27.38	51.89	39.63	7.75	12.70	10.23
CV	22.96	6.16	11.84	19.19	5.10	10.54

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferiram pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Fonte: O autor. 2025.

A variedade BRS Anembé apresentou os maiores valores de biomassa sob irrigação plena, alcançando 73,08 t ha⁻¹ de massa fresca e 15,70 t ha⁻¹ de massa seca. A BRS Cotinga mostrou desempenho intermediário nesse manejo, com 53,56 t ha⁻¹ de massa fresca e 14,18 t ha⁻¹ de massa seca. Sob déficit hídrico, a BRS Cotinga destacou-se, registrando maior produção de biomassa (38,31 t ha⁻¹ de massa fresca e 10,81 t ha⁻¹ de massa seca). Já a variedade Beauregard apresentou os menores valores, especialmente sob condições de déficit hídrico, com apenas 15,24 t ha⁻¹ de massa fresca, evidenciando menor tolerância à limitação de água.

Esses resultados indicam que a BRS Anembé e a BRS Cotinga são genótipos mais responsivos à irrigação, possivelmente devido à maior eficiência no uso da água e maior potencial fotossintético sob condições ótimas de umidade.

De acordo com Zhou et al. (2023), a irrigação excessiva promoveu o aumento da capacidade da fonte fotossintética, porém resultou em maior alocação de

fotoassimilados para drenos metabólicos, principalmente para o crescimento de folhas jovens, o que não foi propício para um bom equilíbrio fonte-dreno da batata-doce e não aumentou a produção. De modo semelhante, observa-se no presente estudo que, a BRS Anembé e a BRS Cotinga, as lâminas de irrigação aplicadas ocasionam desequilíbrio fisiológico, favorecendo o crescimento vegetativo excessivo e causando prejuízos na formação e acúmulo de biomassa nas raízes de reserva.

Os mesmos Zhou et al. (2023) também observaram que a irrigação em níveis moderados promoveu um equilíbrio mais eficiente entre fonte e dreno na batata-doce, aumentando a taxa fotossintética das folhas e estimulando a atividade dos drenos de armazenamento. Essa condição favoreceu a alocação de uma maior quantidade de fotoassimilados para as raízes de reserva, resultando em maior rendimento da cultura.

5.2. Formato e qualidade comercial das raízes

O formato e a massa média das raízes comerciais não apresentaram variações significativas entre as lâminas de irrigação, demonstrando estabilidade morfológica das cultivares. As variedades Beauregard e Nuti exibiram maiores pesos médios de raízes comerciais (391 g e 302 g, respectivamente), valores compatíveis com padrões de mercado para consumo *in natura*.

A análise de danos causados por insetos de solo revelou baixa incidência nas parcelas avaliadas, com médias inferiores a 1,3 ponto na escala de notas adaptada de Souza (2023), não havendo diferença estatística entre genótipos ou níveis de irrigação.

Souza (2023), ressalta que as avaliações qualitativas das raízes de batata-doce indicaram, predominantemente, a presença de raízes com formato fusiforme, regulares, sem rachaduras ou veias aparentes e livres de danos, características que conferem aspecto comercial desejável. O autor ressalta ainda que esse tipo de avaliação pode ser utilizado como parâmetro em programas de melhoramento genético, favorecendo a seleção de clones superiores para fins comerciais.

Figura 11 - Raízes tuberosas de batata-doce. A) CIP BRS Nuti; B) Beauregard; C) BRS Anembé; e D) BRS Cotinga. Petrolina, PE. 2025.



Fonte: O autor. 2025.

5.3. Aspectos morfológicos

O diâmetro e o comprimento médio das raízes variaram entre 15 e 17 cm e 50 a 69 mm, respectivamente, sem diferenças significativas ($p > 0,05$). A estabilidade desses parâmetros sugere que o estresse hídrico moderado (50% CC) não comprometeu o crescimento morfológico das raízes tuberosas.

Tabela 3 - Valores médios de comprimento (Ø) e largura (L) das raízes de batata-doce submetidas a diferentes lâminas de irrigação. Petrolina, PE. 2025.

Genótipo	Ø médio (cm)			L média (mm)		
	50 %	100%	Média	50 %	100%	Média
Anembé	17.97 aA	12.67 bB	15.32	52.49	69.51	61.00 a
BG	15.43 aA	17.20 aA	16.32	69.80	68.23	69.02 a
Cotinga	15.84 aA	17.17 aA	16.51	50.71	54.03	52.37 a
Nuti	16.24 aA	17.39 aA	16.82	51.53	57.84	54.68 a
Média	16.37	16.11	16.24	56.13 A	62.40 A	59.27
CV	14.12	4.72	11.99	16.42	3.92	13.42

*Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferiram pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Fonte: O autor. 2025.

5.4. Produtividade Total

A produtividade total apresentou diferenças significativas entre variedades e entre níveis de irrigação (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios de produtividade total (PT) de variedades de batata-doce cultivadas sob diferentes lâminas de irrigação. Petrolina, PE. 2025.

Variedades	produtividade (t.ha ⁻¹)		
	Lâmina de irrigação		
	50%	100%	Média
Anembé	15,13 aA	18,95 bA	17,04
Beauregard	16,15 aB	35,37 aA	25,76
Cotinga	9,80 aA	10,03 cA	9,91
Nuti	21,25 aB	34,21 aA	27,73
Média	15,58	24,64	20,11
CV	28,18	20,6	22,53

*Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferiram pelo teste de Scott & Knott a 5%

Fonte: O autor. 2025.

Sob irrigação plena (100% CC), os maiores rendimentos foram obtidos pelas variedades BRS Nuti (34,21 t.ha⁻¹) e Beauregard (35,37 t.ha⁻¹), ambos estatisticamente superiores aos demais pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$). Na condição de déficit hídrico (50% da capacidade de campo), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as variedades avaliadas.

A elevada herdabilidade média ($H^2 = 96,1\%$) e a razão $CV_g/CV_e = 2,0$ (Tabela ANOVA) demonstram correlação genética sobre a produtividade, sugerindo que a seleção dessas variedades pode resultar em ganhos consistentes mesmo em ambientes de baixa disponibilidade de água.

A produtividade da batata-doce é fortemente influenciada pelos diferentes genótipos cultivados, uma vez que estes apresentam variações significativas em suas exigências hídricas. Mantovani et al. (2013) observaram que o aumento da lâmina de água aplicada promoveu incremento na produtividade das raízes tuberosas de diferentes cultivares, destacando a importância do manejo hídrico adequado para o desempenho máximo da cultura.

Além disso, Franco (2024) enfatiza que a seleção de genótipos adaptados constitui uma estratégia essencial para assegurar a produtividade da batata-doce em condições de déficit hídrico, evidenciando o papel do melhoramento genético na mitigação dos efeitos da escassez de água. Embora a redução da produtividade tenha sido observada com a lâmina correspondente a 50% da capacidade de campo, a maioria das variedades, com exceção da Cotinga, manteve desempenho elevado, superando a média nacional de 14,1 t ha⁻¹ reportada pela Embrapa (2020), o que demonstra sua estabilidade produtiva mesmo sob estresse hídrico.

Conforme descrito por Shinozaki e Yamaguchi-Shinozaki (2007), as plantas desenvolvem mecanismos fisiológicos e moleculares que lhes permitem adaptar-se ao déficit hídrico, contribuindo para a tolerância ao estresse provocado pela falta de água, o que pode estar relacionado com a característica genética apresentada pela variedade CIP BRS Nuti sob condições de déficit hídrico.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou diferenças significativas no desempenho agrônômico de variedades de batata-doce sob dois níveis de irrigação (50% e 100% da capacidade de campo), demonstrando a influência direta da disponibilidade hídrica no rendimento da cultura e na expressão do potencial produtivo dos genótipos avaliados.

A produtividade total foi maior na condição de irrigação plena, destacando-se as variedades BRS Nuti e Beauregard, que apresentaram superiores rendimentos e estabilidade produtiva. Mesmo sob déficit hídrico moderado, a maioria das variedades manteve desempenho acima da média nacional, evidenciando boa adaptação ao cultivo em ambientes semiáridos. A elevada herdabilidade observada indica forte controle genético sobre a produtividade, reforçando o potencial do melhoramento genético para seleção de materiais eficientes em uso de água.

Quanto à produção de biomassa, as variedades BRS Anembé e BRS Cotinga se mostraram mais responsivas ao incremento hídrico, com maiores acúmulos de massa fresca e seca sob condições ideais de irrigação. Entretanto, o excesso de biomassa vegetativa pode estar associado ao desequilíbrio fonte-dreno, reduzindo o acúmulo de reservas nas raízes.

Os parâmetros comerciais e morfológicos das raízes apresentaram estabilidade entre os tratamentos, indicando que o déficit hídrico moderado não comprometeu a conformidade comercial das cultivares avaliadas. Da mesma forma, a baixa incidência de danos por insetos de solo demonstra condições adequadas de manejo e ambiente favorável ao desenvolvimento da cultura.

Portanto, a escolha da variedade e o manejo adequado da irrigação são determinantes para o sucesso produtivo da batata-doce em ambientes semiáridos, reforçando a importância da seleção de genótipos adaptados e do uso eficiente da água como estratégia para sustentabilidade agrícola e segurança alimentar em regiões vulneráveis ao déficit hídrico.

7. REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: <https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm>. Acesso em: 4 set. 2025.
- ANDRADE, C.; BRITO, R. A. L. Métodos de irrigação e quimigação. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular Técnica, 86).
- AZEVEDO, S. M. de. Avaliação de famílias de meio-irmãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) quanto à resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e insetos de solo. Lavras: UFLA, 1995.
- BASSOI, L. H. et al. Uso da água em agricultura irrigada no Semiárido brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, 16., 2010, São Luís. Anais... São Luís: ABAS, 2010.
- BOUIS, H. E. et al. Tackling vitamin A deficiency with biofortified sweetpotato in sub-Saharan Africa. *Global Food Security*, v. 13, p. 23–29, 2017. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.02.003.
- CAMPOS, S. K.; PILON, L.; MELO, R. A. de C. Mudanças recentes no padrão de consumo da batata-doce no Brasil: perspectivas para o mercado nacional. 2021.
- CARVALHO, L. G. de et al. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, p. 456–465, 2011.
- CENTRO INTERNACIONAL DA BATATA (CIP). Batata-doce de polpa alaranjada: seu passaporte para boa saúde. Sweetpotato Knowledge Portal, fev. 2015. Disponível em: <https://www.sweetpotatoknowledge.org/wp-content/uploads/2020/02/OFSP-PASSPORT-IN-PORTUGUESE-2-PAGE-VERSION-PDF-1.pdf>. Acesso em: 4 set. 2025.
- CRUZ, C. D. GENES: software para análise de dados em estatística experimental e genética. Viçosa: UFV, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.
- DA SILVA, P. C. G. et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. 2010.
- DE CARVALHO, J. L. V.; NUTTI, M. R. Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., 2012, São Luís. Anais... São Paulo: SBPC, 2012.

DE MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 26, n. 4, p. 513, 2004.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

EMBRAPA. Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/hortalicas/batata-doce/introducao2>. Acesso em: 2 set. 2025.

EMBRAPA. Batata-doce BRS Nuti: mais nutritiva, mais renda, mais saúde. 2021. 4 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1138537/1/folder-batata-doce-CIP-BRS-Nuti.pdf>. Acesso em: 2 de nov.2025.

EMBRAPA. Cultivo da batata-doce. (Instruções Técnicas, 79). Brasília, DF: Embrapa, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/781555/1/digitalizar0171.pdf>. Acesso em: 2 de nov.2025.

EMBRAPA. Ecofisiologia e exigências climáticas da batata-doce. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata-doce/ecofisiologia-e-exigencias-climaticas>. Acesso em: 15 set. 2025.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Irrigação: métodos. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27342/1/Irrigacao-Metodos.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

FACCHINI, L. A. et al. Insegurança alimentar no Nordeste e Sul do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 30, p. 161–174, 2014.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4. ed. Essex: Longman, 1996. 464 p.

FERNANDES, A. M. et al. Sistema de produção de batata-doce. 2021.

FERNANDES, Raphael Bragança Alves; RUIZ, Hugo Alberto; CRUSOÉ, Genelício. Funções de pedotransferência para a estimativa da capacidade de campo e ponto de murcha permanente em solos.

FERREIRA, J. C.; RESENDE, G. M. Recomendação de cultivares de batata-doce para o Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2020.

FERREIRA, J. C.; RESENDE, G. M. Recomendação de cultivares de batata-doce para o Submédio do Vale do São Francisco. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

FERREIRA, M. E.; LIMA, M. A.; SÁNCHEZ, C. A planta da batata-doce. In: *Batata-doce. Manual de boas práticas agrícolas*. Oeiras: INIAV, p. 25–35, 2021.

FRANCO, R. A. Desempenho fisiológico e produtivo de genótipos de batata-doce sob diferentes regimes hídricos. *Rev. Bras. Agric. Irrigada*, v. 18, n. 2, p. 155–168, 2024.

FREITAS, G. M. et al. Elaboração e análise sensorial de doce de batata-doce. *Centro*, v. 302, n. 4.262, p. 14.1, 2006.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013. Sete Lagoas: Embrapa, 2014. Acesso em: 4 set. 2025.

HARVESTPLUS; WORLD FOOD PROGRAMME (WFP). Sweet Potato: A versatile and nutritious crop. HarvestPlus; WFP, 2022. Disponível em: https://www.harvestplus.org/wp-content/uploads/2022/03/WFP_HarvestPlus.pdf. Acesso em: 3 set. 2025.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/> ... Acesso em: 20 ago. 2021.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: segurança alimentar 2004. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

LOUREIRO, M. P. et al. Biofortificação de alimentos. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 25, n. 2, p. 66–84, 2018.

MANTOVANI, Everardo C. et al. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 602-606, 2013. MARTINS FILHO, J. B. Aspectos técnicos, econômicos e sociais da produção de batata-doce. Tese (Doutorado). UNESP, 2021.

MELO, R. A. de C. et al. BRS Anembé: nova cultivar de batata-doce de polpa roxa, rica em antioxidantes. 2021.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. Produção de batata-doce cresce 7,6% no Brasil, mas Paraná registra queda. 2023. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/outros/noticias/producao-de-batata-doce-cresce-76-no-brasil-mas-parana-registra-queda>. Acesso 18 set. 2025.

QUEIROGA, R. C. F. de et al. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce [...]. *Horticultura Brasileira*, v. 25, p. 371–374, 2007.

SCALOPPI, E. J. Sistemas de irrigação por superfície. *Informe Agropecuário*, v. 12, n. 139, p. 12–26, 1986.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Redes gênicas envolvidas na tolerância ao estresse hídrico. *J. Exp. Botany*, v. 58, p. 221–227, 2007. DOI: 10.1093/jxb/erl164.

SILVEIRA, M. A.; ANDRÉ, C. M. G.; ALVIM, T. Cl. A cultura da batata-doce... Palmas: UFT, 2007.

SOUZA, L. A. de. Produção e qualidade da batata-doce biofortificada CIP-BRS-Nuti... 2023.

VENDRAME, LP de C. et al. BRS Cotinga: nova cultivar de batata-doce de polpa roxa para processamento industrial-produtiva, com ampla adaptabilidade e rica em antioxidantes. 2022.

VERGÜTZ, L. et al. Biofortificação de alimentos: saúde ao alcance de todos. Boletim SBCS, v. 42, n. 2, p. 20–23, 2016.

VIEIRA, D. de F. A. et al. Estudo prospectivo sobre produção de batata-doce no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2023. (Documento 194).

ZHOU, M. et al. Photosynthesis product allocation [...] Plants, v. 12, n. 9, p. 1780, 2023. DOI: 10.3390/plants12091780.