



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FITOTECNIA**

**DIFERENTES TIPOS DE MATERIAIS DE PLANTIO NA CULTURA**  
**DA MANDIOCA**

**ALDA ROSTINO NHANTUMBO SITEO**

**VITÓRIA DA CONQUISTA**  
**BAHIA-BRASIL**  
**2025**

ALDA ROSTINO NHANTUMBO SITEO

**DIFERENTES TIPOS DE MATERIAIS DE PLANTIO NA CULTURA DA  
MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana  
Coorientadora: Prof. Dra. Sylvana Naomi Matsumoto

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA-BRASIL  
2025

S637d

Sitoe, Alda Rostino Nhantumbo.

Diferentes tipos de materiais de plantio na cultura da mandioca / Alda Rostino Nhantumbo Sitoe, 2025.

54f.

Orientador (a): Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2025.

Inclui referência F. 45 – 53

1. *Manihot esculenta* Crantz. 2. Manivas. 3. Miniestacas. 4. Propagação. I. Viana, Anselmo Eloy Silveira. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós - Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 633.682

**Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134**

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
Área de Concentração em Fitotecnia  
Campus de Vitória da Conquista, BA

### DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DIFERENTES TIPOS DE MATERIAIS DE PLANTIO NA CULTURA DA MANDIOCA",

AUTOR (A): Alda Rostino Nhantumbo Siteo

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela seguinte Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_  
Anselmo Eloy Silveira Viana, D.Sc. (UESB)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** HERMÍNIO SOUZA ROCHA  
Data: 26/06/2025 11:35:25 (GMT-03:00)  
Verifique em: <https://validar.dig.br>

\_\_\_\_\_  
Hermínio Souza Rocha, D.Sc. (EMBRAPA PESCA E AQUICULTURA)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** PEDRO GOMES DA CRUZ  
Data: 26/06/2025 14:23:08 (GMT-03:00)  
Verifique em: <https://validar.dig.br>

\_\_\_\_\_  
Pedro Gomes da Cruz, D.Sc. (EMBRAPA CAFÉ)

Data de realização: 26 de Junho de 2025.

Estrada do Bem Querer, Km 4, CEP 45031-900, Caixa Postal 95, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil  
Telefone: (77) 3425-9383, e-mail: [ppagronomia@uesb.edu.br](mailto:ppagronomia@uesb.edu.br)

## DEDICATÓRIA

A Deus, pois, sem Ele, eu não teria forças para  
essa longa jornada. Aos meus pais, que me deram  
a vida; ao meu esposo e filhos, **dedico**.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela bênção da vida, por me dar saúde e pela oportunidade de poder concluir mais uma etapa na vida acadêmica.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, pelo acolhimento.

Ao meu pai, Rostino Choze Nhantumbo, em memória.

À minha mãe Maria Rafael Tembe.

Ao meu esposo Narciso Francisco Siteo, pelo apoio incondicional durante a minha formação.

Aos meus filhos, Nalângela Narciso Siteo e Francisco Narciso Siteo, pelo apoio.

Aos meus irmãos, familiares e amigos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para essa formação.

Ao meu orientador, professor Anselmo Eloy Viana, pela orientação, paciência, conhecimentos, dedicação, durante o desenvolvimento da pesquisa.

À minha coorientadora, professora Sylvana Naomi Matsumoto, pelo apoio e conhecimentos compartilhados durante a pesquisa.

A toda a equipe da coordenação, em especial, à professora Maria Aparecida e à professora Aldenise Moreira, às quais carinhosamente expressei a minha mais sincera gratidão, por todo apoio prestado durante a formação e durante a minha estadia.

A todos os colegas e amigos da UESB, pelo carinho, apoio, conhecimentos compartilhados, facilidade de adaptação durante a minha formação e durante a estadia.

À Gabriela de Oliveira Silva, pela amizade e contribuição; e que, durante a minha ausência, dedicou o seu tempo e disponibilidade na coleta de dados da pesquisa.

A todos os colegas do Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal: Daiana, Amanda, Sabrina, Juliana, Zorai, Gabriel, Rafael, Mateus, Fabrício, Sabir e Edmilson, por todo apoio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os funcionários da DICAP, que prestaram todo o apoio em todas as atividades executadas durante o decorrer do experimento.

**Muito obrigada a todos!**

## RESUMO

SITOE, A.R.N. **Diferentes tipos de materiais de plantio na cultura da mandioca.** Vitória da Conquista - BA, UESB, 2025. 57 p. (Dissertação: Mestrado em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia)\*.

Dois experimentos foram conduzidos no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista, Bahia, com o objetivo de avaliar características de miniestacas de mandioca em função de métodos e períodos de armazenamento, bem como verificar o efeito de diferentes materiais de plantio e da irrigação sobre características agrônômicas da cultura. O Experimento I, realizado entre novembro de 2023 e fevereiro de 2024, consistiu em três etapas: produção, tratamento e plantio de miniestacas, produzidas a partir de manivas vigorosas da variedade Sergipe. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com três repetições e parcelas subdivididas. Os tratamentos das miniestacas (Testemunha, parafina e CERCOBIN®) foram alocados nas parcelas, enquanto cinco períodos de armazenamento (0, 10, 20, 30 e 40 dias) foram alocados nas subparcelas. Foram avaliadas características como diâmetro, peso de massa fresca e seca, e brotação de miniestacas. No Experimento II, conduzido entre março de 2024 e março de 2025, foram utilizados três tipos de material de plantio: manivas convencionais, mudas micropropagadas e miniestacas de mandioca, cultivados com e sem irrigação. Foram avaliadas características como altura das plantas, diâmetro do caule, número de brotações, produtividade de raízes e parte aérea e teor de matéria seca. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com três repetições. A irrigação constituiu o tratamento principal, aplicado nas parcelas, e o material de plantio, o tratamento secundário, aplicado nas subparcelas. Constatou-se que o armazenamento superior a 10 dias inviabilizou as miniestacas para plantio. O armazenamento por 10 dias reduziu a porcentagem de brotação das miniestacas em 40% e a brotação de gemas por miniestaca em 33%, embora estas tenham apresentado maior massa seca de raízes. Plantas originárias de mudas e miniestacas apresentaram maior diâmetro do caule, quando irrigadas, o que não foi observado em plantas originárias de manivas convencionais. Sob irrigação, plantas de manivas convencionais produziram um maior número de hastes. A irrigação promoveu aumento de 37% na altura das plantas e de 70% na produtividade de raízes tuberosas. O material de plantio (muda, miniestaca ou maniva convencional) não influenciou significativamente a produtividade. Manivas colhidas de plantas irrigadas apresentaram maior número de gemas, porém menor teor de matéria seca. O material de plantio original influenciou as características das manivas colhidas; plantas originadas de mudas e miniestacas apresentaram peso e diâmetro superiores às de plantas originadas de manivas convencionais. O armazenamento de miniestacas de mandioca é viável por até 10 dias, período após o qual a viabilidade é drasticamente reduzida. A irrigação é fundamental para o desenvolvimento e produtividade da cultura da mandioca, independentemente do material propagativo inicial. Embora os diferentes materiais de plantio resultem em produtividades semelhantes, eles afetam a qualidade das manivas produzidas.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz; manivas; mudas; miniestacas; propagação.

---

\*Orientador: Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana, UESB, Coorientadora: Profa. Dra. Sylvana Naomi Matsumoto, UESB.

## ABSTRACT

SITOE, A.R.N. **Different types of planting material in cassava cultivation.** Vitória da Conquista - BA, UESB, 2025. 57 p. (Dissertation: Master's Degree in Agronomy; Area of Concentration: Crop Science)<sup>†</sup>.

Two experiments were conducted at the Campus of the State University of Southwest Bahia (UESB), in Vitória da Conquista, Bahia, with the objective of evaluating the characteristics of cassava mini-cuttings according to storage methods and periods, as well as verifying the effect of different planting materials and irrigation on the agronomic characteristics of the crop. Experiment I, conducted between November 2023 and February 2024, consisted of three stages: production, treatment, and planting of mini-cuttings, produced from vigorous shoots of the Sergipe variety. A randomized block design was used, with three replicates and subdivided plots. The mini-cuttings treatments (Control, paraffin, and CERCOBIN®) were allocated to the plots, while five storage periods (0, 10, 20, 30, and 40 days) were allocated to the subplots. Characteristics such as diameter, fresh and dry weight, and sprouting of mini-cuttings were evaluated. In Experiment II, conducted between March 2024 and March 2025, three types of planting material were used: conventional cuttings, micropropagated seedlings, and cassava mini-cuttings, grown with and without irrigation. Characteristics such as plant height, stem diameter, number of shoots, root and aerial productivity, and dry matter content were evaluated. The experimental design used was randomized blocks in a split-plot scheme with three replicates. Irrigation was the main treatment, applied to the plots, and planting material was the secondary treatment, applied to the subplots. It was found that storage for more than 10 days rendered the mini-cuttings unfit for planting. Storage for 10 days reduced the sprouting percentage of mini-cuttings by 40% and the sprouting of buds per mini-cutting by 33%, although they had higher dry root mass. Plants originating from seedlings and mini-cuttings had a larger stem diameter when irrigated, which was not observed in plants originating from conventional cuttings. Under irrigation, plants from conventional cuttings produced a greater number of stems. Irrigation promoted a 37% increase in plant height and a 70% increase in tuberous root productivity. The planting material (seedling, mini-cutting, or conventional cutting) did not significantly influence productivity. Cuttings harvested from irrigated plants had a higher number of buds but lower dry matter content. The original planting material influenced the characteristics of the harvested cuttings; plants originating from seedlings and mini-cuttings had higher weight and diameter than plants originating from conventional cuttings. Cassava mini-cuttings can be stored for up to 10 days, after which their viability is drastically reduced. Irrigation is essential for the development and productivity of cassava crops, regardless of the initial propagative material. Although different planting materials result in similar yields, they affect the quality of the cuttings produced.

**Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz; handles; seedlings; mini cuttings; propagation.

---

<sup>†</sup>Advisor: Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana, UESB, Coorientadora: Profa. Dra. Sylvana Naomi Matsumoto, UESB

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dados mensais de precipitação total (mm), umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas máxima e mínima (°C) no período de novembro de 2023 a fevereiro de 2024, coletados pelo INMET/UESB. Vitória da Conquista, BA, 2025. ....	25
Figura 2: Imersão rápida das miniestacas usando parafina derretida em banho-maria, no Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal, UESB. Vitória da conquista, BA, 2025. ....	25
Figura 3: Imersão das miniestacas em CERCOBIN®. Vitória da Conquista, BA, 2025	26
Figura 4: Armazenamento de miniestacas em caixas de papelão (21,5 x13x 5cm). Vitória da Conquista, BA, 2025.....	26
Figura 5: Plantio das miniestacas na câmara de brotação (A), fase inicial (B) e fase do desenvolvimento (C), no campo experimental, UESB. Vitória da Conquista, BA, 2025. ....	27
Figura 6: Dados mensais de precipitação total, temperaturas máxima e mínima (oC) e umidade relativa do ar (UR%), no período de março de 2024 a março de 2025, em Vitória da Conquista - BA .....	29
Figura 7: Estimativa de peso de massa fresca de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista- BA, 2025. ....	33
Figura 8: Estimativa de perda de umidade de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista- BA, 2025. ....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características massa fresca (MF), massa seca (MS) e percentagem da perda de umidade (PU) de miniestacas de mandioca, em função de métodos de tratamento e períodos de armazenamento. Vitória.....	32
Tabela 2: Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura de broto em cm, diâmetro do broto (D) em mm, número de brotos por miniestaca (N), percentagem de brotação de miniestacas (PM) e percentagem de brotação de gemas por miniestacas (PGM), de miniestacas de mandioca em função de métodos de tratamento e período de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025.....	35
Tabela 3: Médias de percentagem de brotação de miniestacas (PM) e percentagem brotação de gemas por cada miniestaca (PGM) de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....	35
Tabela 4: Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da massa fresca de folhas (PMF), peso da massa seca de folhas (PMS), peso da massa fresca de hastes (PFH), peso da massa seca de hastes (PSH), peso da massa fresca de raízes (PFR) e peso da massa seca de raízes (PSR) de miniestacas de mandioca em função de métodos de tratamento e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025.....	36
Tabela 5: Médias de massa seca de raízes (MS), número de folhas (NF) de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....	37
Tabela 6: Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para número de plantas por hectare (NPL), diâmetro de caule a 20 cm do solo (D20), número de hastes por planta (NH), número de ramificações por planta (NR) e altura da primeira ramificação (AR) em função de material de plantio e irrigação. Vitória da Conquista, Bahia, 2025.....	37
Tabela 7: Médias de diâmetro do caule (mm), a 20 cm do solo, de plantas de mandioca oriundas de mudas, miniestacas e manivas convencionais, cultivadas com e sem irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....	38
Tabela 8: Número de hastes por planta de mandioca, com e sem irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....	39
Tabela 9: Resumo de análise de variância e coeficientes de variação para altura de plantas (AL), produtividade da parte aérea (PA), área foliar total (AFT), teor de matéria seca em raízes tuberosas (TMS) e produtividade de raízes tuberosas (PR) em função do material de plantio e da irrigação. Vitória da Conquista, Bahia, 2025 .....	40
Tabela 10: Médias de altura de plantas (AL) em m, área foliar total (AFT) em cm <sup>2</sup> e produtividade de raízes tuberosas (PR) em t/ha, em função da irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....	40
Tabela 11: Resumo de análise de variância e coeficientes de variação das variáveis número de manivas por planta (NM), número de gemas por maniva (NGE), diâmetro da medula (DME), diâmetro da maniva (DMA), peso da massa fresca de manivas (PMF) e porcentagem de massa seca de manivas (MS) em função de material de plantio e irrigação. Vitória da Conquista, Bahia, 2025.....	41

Tabela 12: Médias de número de gemas por maniva (NGE) e porcentagem de massa seca (MS) de manivas em função da irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....43

Tabela 13: Média de peso da massa fresca de manivas (PMF) em gramas, peso da massa seca de manivas (PMS) em gramas, diâmetro da maniva (DMA) em cm, diâmetro da medula (DME) em cm, número de gemas por maniva (NGE) e porcentagem de massa seca (MS) em função do material de plantio. Vitória da Conquista, BA, 2025 .....43

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLO

A	Altura de broto (cm)
AF	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
AFT	Área foliar total (cm <sup>2</sup> )
AL	Altura da planta (m)
AR	Altura da primeira ramificação (cm)
D	Diâmetro de broto (mm)
D20	Diâmetro de caule a 20 cm de solo (mm)
DMA	Diâmetro da maniva (cm)
DME	Diâmetro da medula (cm)
MF	Massa fresca (g)
MS	Massa seca (g)
N	Número de brotos por miniestaca
NF	Número de folhas
NGE	Número de gemas por maniva
NH	Número de hastes por planta
NPL	Número de plantas por hectare
NM	Número de manivas por planta
NR	Número de ramificações por planta
PA	Produtividade da parte aérea
PR	Produtividade de raízes tuberosas (t/há)
PFH	Peso da massa fresca de haste (g)
PSH	Peso da massa seca de haste (g)
PFR	Peso da massa fresca de raízes (g)
PSR	Peso da massa seca de raízes (g)
PGM	Percentagem de gema por miniestaca (%)
PM	Percentagem de brotação por miniestaca (%)
PMF	Peso da massa fresca de folhas (g)
PMS	Peso da massa seca de folhas (g)
PU	Percentagem de Perda de umidade (%)
TMS	Teor de matéria seca em raízes tuberosas

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Origem e importância econômica da mandioca.....	16
2.2 Propagação da cultura por manivas convencionais .....	17
2.3 Propagação da cultura através da micropropagação.....	18
2.4 Propagação da cultura através de miniestacas.....	19
2.5 Armazenamento de material de plantio na cultura da mandioca .....	21
2.6 Irrigação da cultura.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1 Experimento I.....	23
3.1.1 Local do experimento.....	23
3.1.2 Produção de miniestacas .....	23
3.1.2.1 Seleção e características das miniestacas .....	24
3.1.2.2 Dados climáticos da região.....	24
3.1.2.3 Tratamento de miniestacas com parafina.....	25
3.2 Experimento II .....	28
3.2.1 Material do plantio.....	28
3.2.2 Caracterização da área experimental .....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4.1 Experimento I.....	32
4.2 Experimento II .....	37
5 CONCLUSÕES .....	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45

## 1.INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, pertencente à família das euforbiáceas, originária da América do Sul. É cultivada praticamente em todas as regiões do Brasil, destacando-se não apenas por ser domesticada no país, mas também por ser a base alimentar de praticamente todas as etnias indígenas brasileiras (Maciel et al., 2022). Constitui alimento básico para mais de 800 milhões de pessoas no mundo, sendo fonte acessível de carboidratos (Sessou et al., 2020).

A mandioca possui grande importância econômica, especialmente em regiões tropicais, onde é amplamente cultivada por pequenos produtores como principal fonte de subsistência e geração de renda. Tem papel fundamental na alimentação humana, devido ao elevado teor de carboidratos em suas raízes, sendo também utilizada na alimentação animal, inclusive com o aproveitamento da parte aérea da planta. Sua versatilidade a torna uma matéria-prima valiosa para diferentes indústrias, como a alimentícia (produção de farinha, polvilho e tapioca), de bioenergia (produção de etanol) e de papel e papelão (uso do amido como adesivo) (Lobo, Santos Júnior e Nunes, 2018).

A produtividade média das raízes tuberosas de mandioca no Brasil ainda é considerada baixa, com  $14,70 \text{ t ha}^{-1}$ , valor inferior ao potencial alcançado por novas variedades, que podem atingir  $27,50 \text{ t ha}^{-1}$  em um ciclo anual (Oliveira et al., 2020). No entanto, essa baixa produtividade é atribuída a vários fatores limitantes, como a baixa fertilidade dos solos, uso de materiais de propagação inadequados, variedades pouco produtivas ou não adaptadas a determinadas regiões e à falta de avanços tecnológicos nos sistemas de produção (Andrade et al., 2019; Conceição et al., 2023).

A cultura apresenta certas características que constituem um obstáculo na sua propagação, que é a baixa taxa de multiplicação, variando de 1:5 a 1:10, quando o plantio é realizado pelo método convencional, com uso de manivas. Isso dificulta o atendimento à crescente demanda por material de plantio de alta qualidade, livre de doenças e com bom vigor de crescimento (Souza et al., 2010; Aquiles et al., 2021).

A partir de uma planta adulta com doze meses, pode produzir, em média, apenas cinco a dez estacas de 15 a 20 cm de comprimento, dependendo da arquitetura da variedade (Fukuda e Carvalho, 2006; Vieira, 2013; Aquiles et al., 2021). Esse índice é bastante inferior ao de outras culturas agrícolas importantes, como a soja (1:600) e o milho (1:22.500) (Aquiles et al., 2021). Essa limitação na multiplicação de materiais

propagativos de qualidade é reconhecida por pesquisadores e produtores (Ceballos et al., 2015; Schoffel et al., 2022). Por isso, torna-se fundamental o estudo de técnicas que permitam a multiplicação de manivas com elevada qualidade sanitária e nutricional (Siloto e Fernandes, 2016).

Diversos fatores, como excesso de umidade, desidratação, doenças e ataques de pragas e o uso consistente de material de plantio plantado imediatamente, influenciam a redução da qualidade e o vigor de manivas-sementes ao longo do tempo, levando à perda do material de propagação. No entanto, a maioria dos produtores acaba utilizando manivas de sementes mais curtas, tentando economizar para conseguir plantar a área planejada o que influencia na qualidade do material de propagação e reflete diretamente no desenvolvimento da cultura (Félix et al., 2020; Sungthongwises et al., 2016).

O armazenamento das manivas é necessário, quando se deseja propagar a cultura na safra seguinte. Durante esse período, há perda de umidade, o que compromete a viabilidade das manivas e pode acarretar transformações bioquímicas dentro das estacas (Oladejo e Sikiro, 2019).

Problemas como a baixa taxa de multiplicação, perdas fitossanitárias e limitações logísticas no armazenamento e transporte de grandes volumes de manivas podem ser superados com o uso de miniestacas (Rocha et al., 2021).

A técnica de produção de miniestacas utiliza material básico, submetido à indexação de viroses e ao estiolamento de mudas micropropagadas, garantindo a sanidade do material. As miniestacas apresentam características semelhantes às manivas tradicionais, com espessura entre 0,5 cm e 0,7 cm e comprimento médio de 17 cm. Nesse contexto, a micropropagação surge como alternativa promissora para a produção em larga escala de mudas de alta qualidade genética e fitossanitária. O cultivo *in vitro* de tecidos vegetais permite a obtenção de grande número de plantas a partir de um pequeno explante, em ambiente controlado e livre de patógenos (Rocha et al., 2021).

O Ministério de Agricultura identificou o patógeno causador da doença, conhecido como vassoura de bruxa da mandioca, como sendo o fungo *Rhizoctonia theobromae*, também conhecido como (*Ceratobasidium theobromae*). Essa identificação representa o primeiro registro oficial desta praga quarentenária na região Norte do Brasil, conforme documentado pelo próprio Ministério da Agricultura (MAPA, 2024a) (Henz et al., 2025).

A vassoura de bruxa da mandioca é caracterizada pelo crescimento anormal de brotos, resultando em deformidades nas folhas e nos caules, que caracterizam uma

vassoura. Este patógeno causa uma redução na produtividade das plantas afetadas e compromete a qualidades dos produtos agrícolas. A sua dispersão ocorre através de material vegetal infetado, que pode ser a ferramenta de corte, e possivelmente pela movimentação de partículas de solo, e água contaminada. O movimento das mudas ou produtos agrícolas infetados para outras regiões facilitam mais a introdução da doença, aumentando o risco de infeção em novas áreas (Oliveira et al., 2024).

Os sintomas deste patógeno inclui o nanismo e proliferação de brotos fracos nos caules da mandioca, resultando na formação de vassoura. Os caules de mandioca desenvolvem entrenós curtos e necrose vascular nas partes afetadas, e quando a doença evolui é comum a ocorrência de clorose, murcha e seca das folhas, morte apical e morte descendente das plantas (Oliveira et al., 2024).

Tradicionalmente, o cultivo da mandioca é realizado em sistema de sequeiro, sem irrigação suplementar, sendo capaz de crescer com apenas 400 mm de precipitação anual. No entanto, a produtividade aumenta com maior disponibilidade hídrica, sendo que a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) considera ideal entre de 1.000 a 1.500 mm/ano de precipitação para o cultivo da mandioca (FAO, 2013; Rankine et al., 2021).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar as características de miniestacas de mandioca em função de métodos e períodos de armazenamento, bem como verificar o efeito da irrigação e de diferentes materiais de plantio sobre características agronômicas da cultura.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Origem e importância econômica da mandioca**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), originária da América Latina, foi domesticada na região da Amazônia, mesmo centro de origem do cacau e da seringueira. Foi introduzida na África por comerciantes portugueses no século XVII, por meio de diversas rotas (N’Gonjan et al., 2021). A cultura de mandioca desempenha um papel fundamental na segurança alimentar, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Atualmente, a sua importância está a aumentar, devido à maior procura do amido da mandioca para a indústria de alimentos e outros produtos (Li et al., 2017; Sheat et al., 2024).

Além da sua importância industrial, a mandioca é considerada essencial para a

segurança alimentar, em particular na África Subsaariana (Ceballos et al., 2020; Faostat, 2020). A cultura de mandioca também é amplamente utilizada na alimentação animal (Souza et al., 2019; Chavans Paolino et al., 2023), na produção de etanol e biogás (Bezerra et al., 2019; Chavans Paolino et al., 2023). Sua riqueza em carboidratos, disponibilidade durante todo o ano, tolerância à baixa fertilidade do solo, resistência à seca, pragas e doenças, bem como a flexibilidade na época de colheita tornam a mandioca uma cultura atrativa, especialmente para pequenos agricultores (Muktar et al., 2023; Mdenye et al., 2016).

## **2.2 Propagação da cultura por manivas convencionais**

A mandioca pode ser propagada por sementes e estacas de caule. No entanto, as sementes são altamente heterozigotas, devido à polinização cruzada característica da espécie, além de apresentarem baixa viabilidade, dormência, floração irregular e baixa produção, o que limita seu uso como método de propagação. Assim, as manivas são o principal meio de propagação (Feyisa, 2021).

O uso de manivas-sementes sadias é essencial para estabelecer as lavouras produtivas e livres de doenças. A qualidade das manivas afeta diretamente a uniformidade da lavoura, o vigor das plantas, o controle fitossanitário e a produtividade.

Esse método de propagação tem a vantagem de gerar plantas com crescimento inicial vigoroso, pois os pedaços de caule contêm uma quantidade relativamente elevada de nutrientes (EL-Sharkawy, 2004; Tokunaga et al., 2019). Além disso, as plantas são clones, permitindo a multiplicação contínua de genótipos com características desejáveis (Tokunaga et al., 2019).

Entre as desvantagens da multiplicação da mandioca por manivas, destacam-se a baixa taxa de multiplicação (cerca de cinco a dez manivas por planta), disseminação lenta de novas variedades, transporte volumoso, danos mecânicos durante o transporte das gemas e dificuldades de suprimento para plantio em grandes áreas. A propagação vegetativa também favorece o acúmulo de doenças, além de envolver altos custos de distribuição e armazenamento (Feyisa, 2021). O uso prolongado de clones com baixa produtividade pode gerar grandes prejuízos na cultura (FAO, 2013; Tokunaga et al., 2019) e o cultivo por longos períodos pode aumentar o risco de infecções por doenças (Van Minh e Van Loc, 2024).

### 2.3 Propagação da cultura através da micropropagação

Por se tratar de uma alternativa às manivas, a cultura de tecidos vegetais tem sido amplamente utilizada na agricultura como biotecnologia aplicada à propagação em massa, eliminação de vírus, produção de metabólitos secundários e clonagem *in vitro* de plantas (Mapayi et al., 2013; Sessou et al., 2020). Esse método tem um grande potencial de produzir muitas mudas livres de patógenos sistêmicos, independentemente da estação de crescimento, garantindo a disponibilidade de material de plantio durante todo ano (Kidulile et al., 2018).

As mudas produzidas por esse método apresentam alta qualidade genética e sanitária, além de elevada taxa de multiplicação, diferentemente das técnicas tradicionais (Ogero et al., 2012). O Projeto Reniva, por exemplo, utiliza micropropagação como base para a produção de mudas livres de doenças, com potencial de uso em programas de melhoramento genético e distribuição de materiais certificados (Souza; Kalid, 2022).

As variedades locais de mandioca que são, em sua maioria, suscetíveis a doenças, apresentam altos rendimentos, quando cultivados em locais com baixa pressão de doenças (Shirima, 2020). No entanto, essas variedades crioulas de mandioca são valorizadas, sendo possível cultivá-las com técnicas que evitam doenças, como é o caso de cultura de tecidos que permitem multiplicar plantas em laboratório, uma opção mais barata e eficiente para produzir mudas de variedades tradicionais e preferidas de mandioca em grandes quantidades, garantindo que estejam livres de patógenos (Kidassi et al., 2023).

A cultura de tecidos depende da eficácia dos métodos de esterilização usados nas explantes antes do início da cultura. Todos os materiais usados na cultura de tecidos vegetais devem ser esterilizados para eliminar os microrganismos presentes, usando agentes esterilizantes apropriados. Muitos protocolos foram relatados sobre esterilização de superfície de explantes nodais de mandioca em estufa (Sessou et al., 2020).

Na propagação de plantas *in vitro* estão inclusos os seguintes protocolos: seleção de manivas no campo, onde as plantas saudáveis e vigorosas são identificadas quanto ao genótipo e selecionadas, cortadas a 10-15 cm da superfície do solo e eliminando o seu terço superior, que é a parte herbácea que produz brotos menos vigorosos. Em seguida, segue-se o plantio das manivas em casa de vegetação, colheita de brotos, desinfestação de brotos, isolamento e estabelecimento dos ápices caulinares, micropropagação e aclimatização (Souza et al., 2008).

Um método de protocolo eficiente de propagação *in vitro* envolve várias etapas: preparação de explante, que é a parte da planta usada para iniciar o cultivo, quando se escolhe uma planta saudável (planta mãe), que é o pedaço da planta, como folha, caule ou raiz. Para evitar contaminações e escurecimento de tecidos, os explantes são lavados com uma solução e, após a lavagem, são esterilizados superficialmente. Logo depois, os explantes são colocados em um meio de cultura e condições, onde a planta contém tudo para crescer e fornecer nutrientes essenciais, vitaminas, reguladores de crescimento, e em ambiente controlado para promover o desenvolvimento ideal em relação à temperatura ou umidade. Em seguida, a propagação *in vitro* que inclui quatro fases: estabelecimento cultural, multiplicação de brotos, formação de raízes e aclimatização (Sief-Eldein, 2024). Ao longo de cultivos sucessivos, nota-se a ocorrência da redução da qualidade fitossanitária de material de plantio, devido à presença de patógenos que se multiplicam pelas gerações e refletem diretamente na produção da cultura (Fukuda et al., 2006; Aquiles et al., 2021). Não existe até o momento variedades de plantas que sejam resistentes, além disso, torna-se difícil plantas doentes da colheita, tornando-se um problema porque as plantas acabam tendo menor produtividade e raízes de qualidade inferior (Oliveira et al., 2020).

Diante dessa situação, torna-se essencial criar métodos que permitam reduzir a presença de patógenos de forma prática para que o próprio agricultor possa aplicar diretamente em sua propriedade (Oliveira et al., 2020).

A aplicação de termo terapia, utilizando câmaras térmicas automatizadas, configura-se como uma estratégia eficaz na eliminação de patógenos em material vegetal, porém, contribui significativamente para a limpeza clonal e a indexação de variedades comprovadamente livres de agentes patogênicos, constituindo-se em uma alternativa acessível ao produtor de mudas, desde a montagem até ao manejo, possibilitando uma produção em larga escala de material propagativo num curto espaço da propriedade (Oliveira et al., 2020).

#### **2.4 Propagação da cultura através de miniestacas**

As miniestacas de mandioca são constituídas de um novo tipo de material de plantio, recentemente criado pela Embrapa junto com o Instituto Biofábrica da Bahia, para inovação cujo o objetivo é modernizar o cultivo da mandioca, buscando superar as dificuldades na obtenção de material de plantio de qualidade, facilitando a difusão de

novas variedades e reduzindo a complexidade da logística para a distribuição de material propagativo (Rocha et al., 2021).

A técnica de miniestacas é um método de propagação vegetativa da mandioca no qual os pequenos pedaços (estacas) da planta são usados e têm a capacidade de brotar e formar novas plantas. O método de miniestacas pode ser feito de três maneiras diferentes: mudas micropropagadas em fase de aclimatização, mudas produzidas pela técnica de multiplicação rápida e mudas a partir de plantas em campo, induzidas ao estiolamento (Rocha et al., 2021).

As miniestacas são pedaços de plantas clonadas, obtidas a partir de material limpo de vírus, o que assegura a sanidade do material produzido. Embora possuam as mesmas características do material convencional, as miniestacas exigem práticas específicas de manejo, como a nutrição equilibrada, que influencia diretamente o vigor vegetativo, a taxa de enraizamento e o desenvolvimento das raízes (Vilasboa et al., 2019). Com o uso de miniestacas de mandioca, supera-se problemas comuns em plantios convencionais, como a baixa taxa de multiplicação, perdas por doenças, dificuldade em obtenção de material de plantio de qualidade, dificuldades para difundir novas variedades e a dificuldade de logística em relação ao armazenamento, devido ao grande volume do material de plantio necessário para o plantio em novas áreas (Rocha et al., 2021).

As miniestacas devem ser colhidas em seu máximo vigor vegetativo e turdez, quando a planta está em seu ponto mais saudável e ativo de crescimento, com tecidos bem hidratados, devido à sua vulnerabilidade ao estresse hídrico diante da dificuldade do tecido, sem ainda possuir o sistema radicular (Badilla et al., 2017). Nas miniestacas, a utilização de propágulos jovens, derivados da parte apical em miniestacas (folhas, ramos ou gemas), permite obter o material vegetal mais responsivo ao enraizamento adventício, dispensando, muitas das vezes, a aplicação de auxinas. Contudo, a formação natural de auxina pela própria planta é essencial para iniciar o processo de desenvolvimento de raízes (Sousa et al., 2024; Hartmann et al., 2011).

Para superar as limitações encontradas na propagação da mandioca e aumentar a quantidade e a qualidade das mudas oferecidas, a técnica de propagação vegetativa, usando miniestacas, é uma alternativa eficiente, entretanto, traz ganhos no controle sobre as características genéticas dos indivíduos e aumenta a capacidade de produção de mudas no viveiro (Souza et al., 2024; Menezes et al., 2018).

A propagação vegetativa de aceroleira também se revela muito promissora por meio da técnica das miniestacas, no entanto, a sua eficiência depende da posição de ramo em que as estacas são retiradas, bem como a imersão ou não em auxinas, ou extrato aquoso da tiririca; e as miniestacas basais se destacam ao proporcionar mudas de melhor qualidade em um tempo reduzido (De Oliveira et al., 2023). Dentre as etapas que compõem a produção de mudas para miniestacas, destacam-se a produção de propágulos no viveiro, enraizamento adventício em casa da vegetação, aclimatização e crescimento (Cardoso et al., 2022; Souza et al., 2024).

A técnica de miniestacas tem se mostrado viável na produção de mudas de diversas espécies nativas, além de ampliar a oferta de mudas para o uso comercial. No entanto, essa técnica contribui significativamente na recuperação das áreas degradadas e também promove melhorias na eficiência dos viveiros, evitando o atraso e consequentemente aumenta a produtividade (Souza et al., 2024).

## **2.5 Armazenamento de material de plantio na cultura da mandioca**

O armazenamento do material de plantio é uma prática comum em situações adversas, como excesso de chuvas, estiagens ou atrasos no preparo do solo e outros fatores. No entanto, o uso de manivas recém-colhidas é sempre preferível, pois o vigor das brotações diminui com o tempo de armazenamento. Durante esse período, há perdas de carboidratos, principalmente açúcares redutores, devido à respiração e à desidratação dos tecidos (Mdenye et al., 2016;).

A perda de umidade do caule é um fator crucial na redução da viabilidade de caule da mandioca. A dessecação das hastes acarreta um estabelecimento precário, baixa contagem de plantas, vigor limitado e baixa produção. No entanto, os níveis de desidratação variam entre as variedades, a duração de armazenamento e as condições em que os caules são mantidos antes e depois do plantio. Esses fatores contribuem significativamente para as perdas de umidade (Matondo et al., 2024).

O método mais eficaz de armazenamento em climas quentes e secos é o posicionamento das hastes na vertical, com as extremidades inferiores (2–3 cm) enterradas no solo e mantidas úmidas, em local sombreado. Esse método pode garantir até 80% de brotação, após um período de 1,5 a 2 meses. O armazenamento horizontal, por outro lado, pode resultar em perdas superiores a 60%, após cinco meses (Mdenye, et al., 2016).

Durante o armazenamento das estacas, é importante minimizar o estresse hídrico, evitar o aparecimento de doenças fúngicas e manter as reservas de carboidratos, assim como outras substâncias essenciais no processo de enraizamento adventício (Goulart & Xavier, 2008). O sucesso de enraizamento de miniestacas e o tempo em que elas são armazenadas sem perda significativa de viabilidade dependem de uma combinação de fatores fisiológicos, ambientais e fitossanitários: umidade relativa, temperatura, espécie, patógeno, condições de crescimento da planta fornecedora do propágulo e época de colheita do crescimento destinado ao processo de miniestacas (Xavier et al., 2013; Goulart & Xavier, 2008; Badilla et al., 2017).

Para possibilitar um maior tempo de armazenamento de miniestacas, destacam-se as práticas de redução de temperatura, aumento da umidade relativa, redução da luminosidade e aplicação de antitranspirantes. Essas condições visam minimizar as atividades fisiológicas do crescimento, a manutenção do vigor, a turgidez, visando o máximo potencial do enraizamento das miniestaca (Xavier et al., 2013; Badilla et al., 2017).

## **2.6 Irrigação da cultura**

A falta de irrigação, associada à irregularidade das chuvas, é o principal fator limitante para a produção de mandioca no Nordeste do Brasil. A redução no rendimento de raízes está diretamente relacionada à duração do déficit hídrico do solo (Silva et al., 2022).

A redução na disponibilidade de água provoca fechamento dos estômatos, o que compromete a fotossíntese e a respiração das folhas. Em condições ideais de umidade, a mandioca mantém alta condutância estomática e concentração interna de CO<sub>2</sub>, promovendo maior produção de biomassa (EL-Sharkawy, 2007; Pipatsitee et al., 2018; Silva et al., 2021). Dessa forma, a irrigação representa uma técnica promissora, especialmente nas regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro (Silva et al., 2022; Xie et al., 2017).

O estágio de maior impacto do estresse por ausência de irrigação ocorre entre o primeiro e o quinto mês após o plantio, quando se estabelece a parte aérea e o sistema radicular da planta, e conseqüentemente inicia-se a formação das raízes de reserva (Silva et al., 2021). No entanto, durante esse estágio, as hastes tornam-se mais sensíveis à falta

de água, o que compromete a brotação e o armazenamento de carboidratos (Silva et al., 2022). Apesar de normalmente a mandioca ser cultivada em regime de sequeiro e conseguir se desenvolver com 400 mm de precipitação anual, sua produtividade aumenta consideravelmente com maior disponibilidade hídrica; e a FAO recomenda um intervalo ideal de precipitação entre 1000 e 1500 mm para o cultivo (FAO, 2013; Rankine et al., 2021).

Diante dessas evidências, faz-se necessária a avaliação do desenvolvimento de diferentes tipos de materiais de plantio com e sem irrigação. A irrigação bem planejada pode reduzir os impactos do déficit hídrico, porém, requer conhecimento técnico para evitar o uso excessivo de água e salinização do solo, especialmente em áreas com recursos hídricos de baixa qualidade. Períodos prolongados de seca podem resultar em perdas de até 59% na produção de raízes (Ezui et al., 2018; Veríssimo et al., 2010; Silva et al., 2022).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Experimento I**

#### **3.1.1 Local do experimento**

O estudo foi realizado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* de Vitória da Conquista, situada nas coordenadas 14°53' de latitude sul e 40°48' de longitude oeste, com altitude média de 875 metros, no período de novembro de 2023 a fevereiro de 2024.

O experimento foi conduzido em três etapas: a primeira consistiu na produção de miniestacas, a segunda no tratamento e armazenamento dessas miniestacas, e a terceira no plantio em câmaras de brotação.

#### **3.1.2 Produção de miniestacas**

As miniestacas usadas no experimento foram obtidas a partir de manivas coletadas em plantas vigorosas, sadias e livres de pragas e doenças, originárias da Fecularia Conquista, localizada no município de Vitória da Conquista, Bahia. Utilizou-se a variedade Sergipe, amplamente cultivada na região Sudoeste da Bahia para produção de farinha e extração de amido, devido à rusticidade, qualidade e elevado potencial

agronômico, associado ao teor de massa seca.

O plantio de manivas convencionais para a produção de miniestacas em campo foi realizado em março de 2023, em sulcos com 15 cm de profundidade, no espaçamento de 0,1 m entre plantas e 0,5 m entre linhas, adubado com 50 kg de  $P_2O_5$ /ha na forma de Superfosfato Simples e 20 kg de  $K_2O$  na forma de Cloreto de Potássio. Foram feitas duas adubações de cobertura, com 30 kg/ha de N, na forma de Ureia, aos 60 e 120 dias após plantio. A irrigação foi feita por gotejamento, com fitas contendo emissores a cada 0,1 m. As manivas convencionais, com 30 cm de comprimento, foram cortadas do terço médio de plantas com cerca de 12 meses e plantadas verticalmente. Durante o experimento, realizou-se controle de plantas daninhas e duas adubações de cobertura com 1 kg de ureia aos 60 e 120 dias após o plantio.

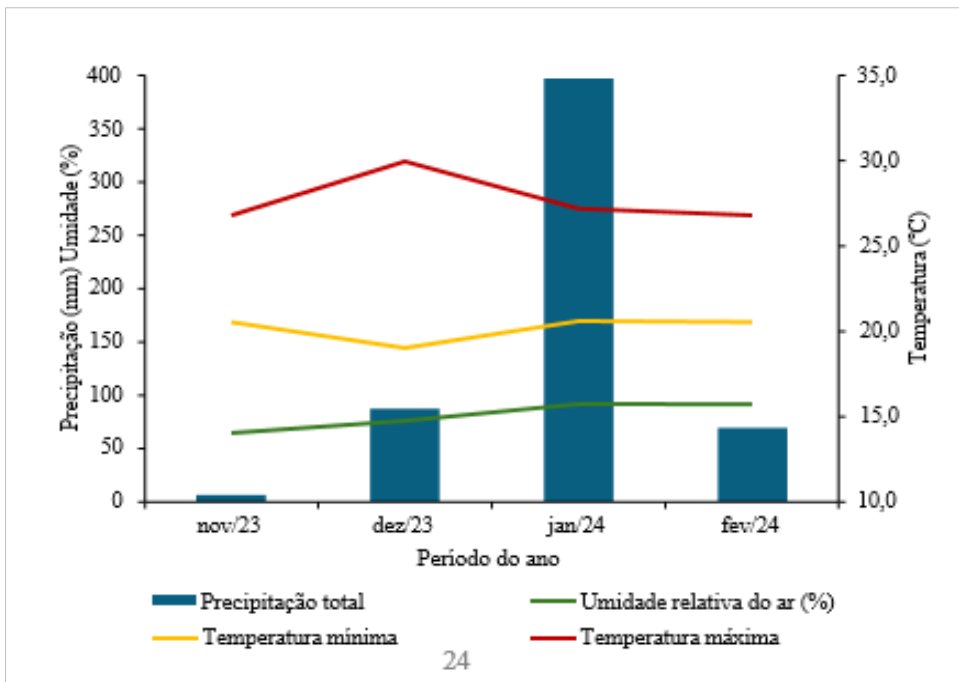
#### **3.1.2.1 Seleção e características das miniestacas**

Aos 180 dias, foram coletadas as hastes das plantas de campo. A partir das hastes, cortou-se com tesoura de poda segmentos de 13 cm da porção basal, denominados de miniestacas (mais de 10 miniestacas/hastes) e encaminhados ao Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal.

As miniestacas produzidas no campo apresentaram variação no crescimento e, para uniformização, foram separadas conforme o tamanho do diâmetro: menor (4–7 mm), médio (8–9 mm) e maior (10–11 mm). Foram avaliados ainda o número de gemas e o peso da massa fresca e seca.

#### **3.1.2.2 Dados climáticos da região**

Os dados climáticos mensais da região da área experimental, referente à precipitação total, temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar, durante a condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1:** Dados mensais de precipitação total (mm), umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas máxima e mínima (°C) no período de novembro de 2023 a fevereiro de 2024, coletados pelo INMET/UESB. Vitória da Conquista, BA, 2025.

### 3.1.2.3 Tratamento de miniestacas com parafina

Após coleta, as miniestacas foram tratadas com fungicida e parafina. O tratamento com parafina consistiu em imersão rápida de 1 cm das extremidades em parafina derretida em banho-maria (Figura 2).



**Figura 2:** Imersão rápida das miniestacas usando parafina derretida em banho-maria, no Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal, UESB. Vitória da conquista, BA, 2025.

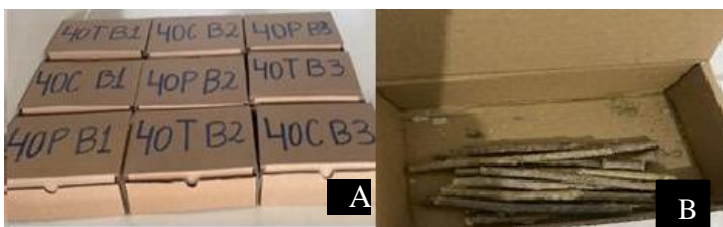
O tratamento com fungicida CERCOBIN® foi feito pela imersão de 50 miniestacas em solução de 7 g de CERCOBIN® para 10 L de água, durante 30 minutos

(Figura 3). Em seguida, foram secas “ao ar” por 30 minutos. Após o tratamento, as miniestacas foram armazenadas em caixas de papelão (21,5x 13x 5 cm), em local protegido e temperatura ambiente. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições, em parcelas subdivididas. Nas parcelas, foram alocados os tratamentos das miniestacas (testemunha, parafina e CERCOBIN®) e nas subparcelas os cinco períodos de armazenamento (0, 10, 20, 30 e 40 dias) (Figura 4). Antes e após o armazenamento, avaliou-se o peso da massa fresca e seca de miniestacas.



**Figura 3:** Imersão das miniestacas em CERCOBIN®. Vitória da Conquista, BA, 2025

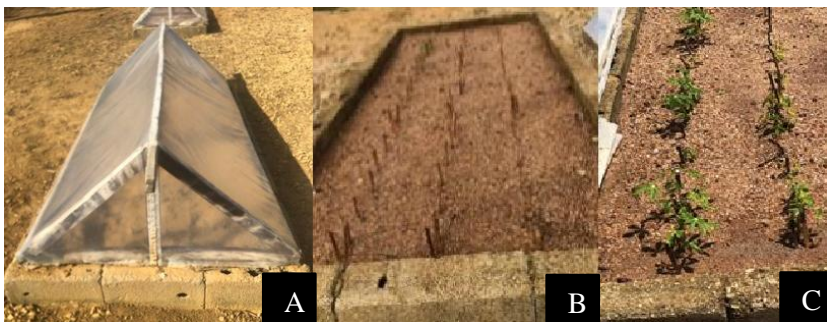
Na figura 4 (A e B), ilustram o armazenamento das miniestacas aos 40 dias, bem como as miniestacas tratadas com parafina.



**Figura 4:** Armazenamento de miniestacas em caixas de papelão (21,5 x13x 5cm). Vitória da Conquista, BA, 2025.

Para avaliar as miniestacas, estas foram dispostas em câmara de brotação no campo experimental da UESB. A estrutura da câmara foi retangular (2,40x 1,20x 0,30 m), preenchida com 15 cm de brita e 15 cm de areia mais solo. Os plantios ocorreram a cada 10 dias, conforme os períodos de armazenamento. As miniestacas foram plantadas verticalmente, com espaçamento de 11 cm entre linhas, 0,25 m entre plantas e 15 cm das bordas. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com esquema de parcelas subdivididas, com três blocos por experimento. Cada parcela principal continha

18 miniestacas e cada subparcela seis, totalizando 54 por ensaio. Os blocos foram organizados por diâmetro: menor (4–7 mm), médio (8–9 mm) e maior (10–11 mm). A irrigação foi manual, duas vezes ao dia. As brotações permaneceram nas câmaras por 60 dias (Figura 5).



**Figura 5:** Plantio das miniestacas na câmara de brotação (A), fase inicial (B) e fase do desenvolvimento (C), no campo experimental, UESB. Vitória da Conquista, BA, 2025.

### 2.1.1.1 Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características:

- a) Altura do broto: medida do solo ao meristema apical (cm);
- b) Diâmetro do broto: medido na base do caule (mm);
- c) Número de folhas: contagem das folhas desenvolvidas;
- d) Área foliar: medida com aparelho LI-3100 (cm<sup>2</sup>);
- e) Peso da massa fresca da parte aérea: pesagem de folhas, caule e pecíolos (g);
- f) Peso da massa seca da parte aérea, obtido pela secagem a 65°C, por 72 horas (g);
- g) Peso da massa fresca das raízes: raízes lavadas e pesadas (g);
- h) Peso da massa seca das raízes, obtido pela secagem a 65°C por 72 horas (g);
- i) Percentagem de brotação de miniestacas:

$$\frac{\text{Número miniestacas brotadas}}{\text{Número total plantadas}} \times 100 (\%)$$

- j) Percentagem de brotação de gemas/miniestaca:

$$\frac{\text{Número de broto}}{\text{Número de gemas das miniestacas}} \times 100 (\%)$$

- k) Perda de umidade:

$$\text{Perda de umidade} = \frac{\text{Ponto inicial} - \text{ponto final}}{\text{Ponto inicial}} \times 100 (\%)$$

## **3.2 Experimento II**

### **3.2.1 Material do plantio**

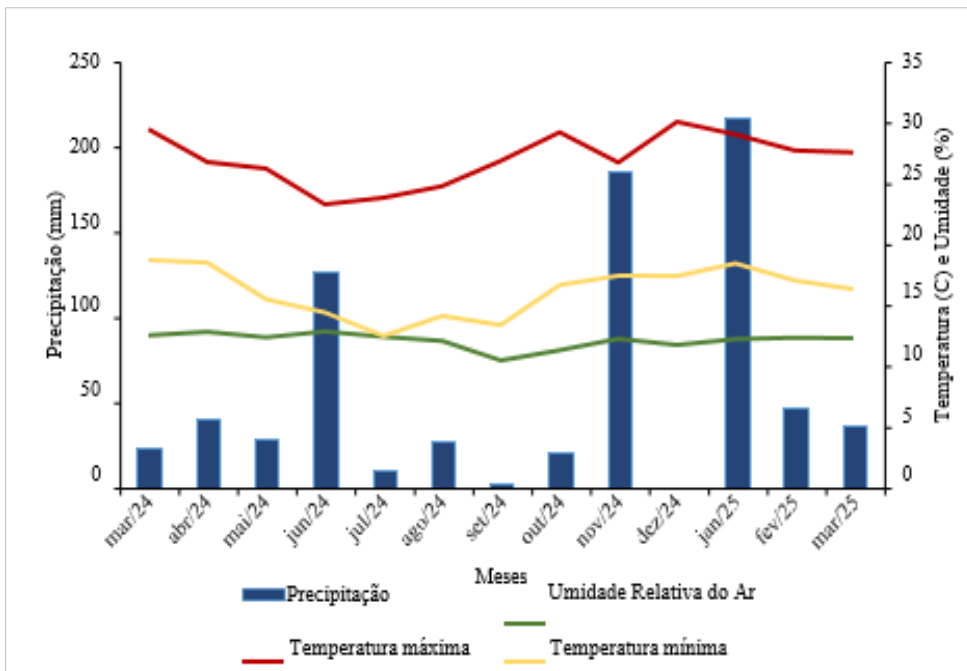
Neste experimento, foram utilizados materiais de plantio de mandioca da variedade Sergipe, de três origens: manivas de 20 cm de comprimento com 7 a 10 gemas, sadias e livres de doenças, provenientes da Fecularia Conquista e mudas micropropagadas e miniestacas de 15 cm de comprimento, fornecidas pelo Instituto Biofábrica da Bahia, localizada em Ilhéus, de latitude 14°39'15" e longitude de 39°15'59" e altitude cerca de 49 m acima do nível de solo, uma instituição pública vinculada ao governo da Bahia com foco na produção e distribuição de mudas clonais.

A variedade Sergipe é uma planta cilíndrica, hábito de crescimento ereto, folhas apicais de coloração verde arroxeada, hastes de coloração marrom-clara e cicatrizes foliares proeminentes (Soares et al., 2017). Outros autores (Carvalho et al., 2009; Moreira et al., 2014; Moreira et al., 2017) relatam que essa variedade, pela sua rusticidade e elevado teor de matéria seca, é uma das mais cultivadas por produtores de mandioca da região Sudoeste da Bahia, e que, nos últimos anos, tem apresentado redução de vigor devido aos sucessivos cultivos e ao manejo inadequado.

### **3.2.2 Caracterização da área experimental**

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico. A amostra coletada, na camada de 0-20 cm de profundidade, apresentou as seguintes características químicas: pH (H<sub>2</sub>O): 5,8; P: 18 mg/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup>: 0,2 cmolc/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 1,6 cmolc/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 0,7 cmolc/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup>: 0,2 cmolc/dm<sup>3</sup>; H<sup>+</sup>: 2,1 cmolc/dm<sup>3</sup>; SB: 2,5 cmolc/dm<sup>3</sup>; t: 2,7 cmolc/dm<sup>3</sup>; T: 4,8 cmolc/dm<sup>3</sup>; V: 52%; m: 7%; M.O.: 16 g/dm<sup>3</sup>.

As Figuras A e B (Figura 6) resumem os dados mensais da região da área experimental referentes às temperaturas máxima, média e mínima (°C) e à precipitação pluviométrica total (mm), registrados durante a condução do experimento de campo, de março de 2024 a março de 2025, pela estação meteorológica INMET-UESB Vitória da Conquista, BA, 2025.



**Figura 6:** Dados mensais de precipitação total, temperaturas máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (UR%), no período de março de 2024 a março de 2025, em Vitória da Conquista - BA

O solo foi arado e gradeado e, em seguida, foram abertos sulcos, espaçados de 1 m, utilizando sulcador acoplado a um trator. O plantio foi realizado manualmente em 14 de março de 2024, com espaçamento de 0,60 m entre plantas e 1 m entre linhas. As manivas foram plantadas na posição horizontal, e as miniestacas e mudas, na posição vertical. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente por meio de capinas, conforme necessário. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos foram arranjados da seguinte forma: a irrigação constituiu o tratamento principal, aplicado nas parcelas; e o material de plantio constituiu o tratamento secundário, aplicado nas subparcelas. As parcelas foram compostas por seis linhas de 13 plantas cada, totalizando 78 plantas, com dimensões de 5 m de comprimento e 9 m de largura, ocupando uma área de 45 m<sup>2</sup> cada. Cada parcela experimental foi dividida em duas subparcelas, cada uma com três linhas compostas por 39 plantas, sendo uma subparcela irrigada e a outra não irrigada.

Nas subparcelas, as duas linhas laterais foram consideradas como bordadura. A linha central de cada subparcela representou a linha em estudo, com a eliminação das duas plantas das extremidades como bordadura, resultando em 11 plantas na área útil,

espaçadas de 0,6 m entre plantas e 1 m entre linhas, perfazendo uma área útil de 6,6 m<sup>2</sup>.

Para o manejo hídrico, foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento antes do plantio, com mangueiras espaçadas de 1 metro, emissores a cada 0,6 m, pressão de 20 mca e vazão nominal de 2,2 L/h. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde.

Na colheita, realizada 12 meses após plantio, foram avaliadas as seguintes características:

- a) Número de plantas: contagem das plantas na área útil de cada subparcela;
- b) Altura da planta: medida do nível do solo até a extremidade do broto mais alto da planta, utilizando régua graduada, com resultado expresso em metros (m);
- c) Diâmetro do caule a 5 cm do solo: medida do diâmetro do caule a 5 cm da superfície do solo, utilizando paquímetro digital, com resultado expresso em milímetros (mm);
- d) Diâmetro do caule a 20 cm do solo: medida do diâmetro do caule a 20 cm da superfície do solo, utilizando paquímetro digital, com resultado expresso em milímetros (mm);
- e) Número de brotações: contagem das brotações em 4 plantas marcadas dentro da área útil;
- f) Número de ramificações: contagem das ramificações em 4 plantas marcadas em cada subparcela;
- g) Altura da primeira ramificação em relação ao solo: medida da altura em relação ao solo em 4 plantas da área útil, utilizando régua graduada, com resultado expresso em centímetros (cm);
- k) Área foliar: as folhas, ramos e pecíolos de uma amostra de duas plantas por subparcela foram separados e a área foliar foi medida utilizando-se o aparelho Área Meter (LI-3100, LICOR.USA), com resultado expresso em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>);
- l) Peso da raiz: pesagem de todas as raízes das plantas da área útil de cada parcela, utilizando balança de precisão, com resultados transformados para kg/ha;
- m) Peso da parte aérea: coleta de todas as plantas da área útil, separação em folhas, ramos e pecíolos, e pesagem em balança de precisão, com resultado expresso em gramas (g);
- n) Teor de matéria seca: coleta de todas as plantas da área útil de cada subparcela. Seleção de aproximadamente 5 kg de raízes, descarte das extremidades e do excesso de

terra, e pesagem de 3 kg de raízes na água utilizando balança mecânica;

o) Número de manivas por planta: contagem das manivas em 3 plantas marcadas dentro da área útil de cada subparcela, seguida do cálculo da média;

p) Diâmetro da maniva: medida do diâmetro em uma amostra de 5 manivas por subparcela, utilizando paquímetro manual, com cálculo da média e resultado expresso em centímetros (cm);

q) Diâmetro da medula: medida do diâmetro da medula em uma amostra de 5 manivas por subparcela, utilizando paquímetro manual, com resultado expresso em centímetros (cm);

r) Número de gemas: contagem do número de nós em uma amostra de 5 manivas de 20 cm de comprimento de cada subparcela;

s) Peso da massa fresca: pesagem de 5 amostras de manivas de 20 cm de comprimento de cada subparcela, utilizando balança digital, para determinação da massa fresca, com resultado expresso em gramas (g);

t) Peso da massa seca: acondicionamento das amostras de massa fresca em sacos de papel devidamente identificados, secagem em estufa de circulação a 65 °C, por 72 horas, ou até obtenção de peso constante, com resultado expresso em gramas (g);

u) Perda de umidade: calculada pela diferença entre o peso inicial e o peso final, dividida pelo peso inicial e multiplicada por 100, com resultado expresso em porcentagem (%).

## **2.1 Análises estatística**

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade de variâncias (Bartlett) e normalidade dos erros (Lilliefors). Após realizada a análise de variância, os materiais de plantio foram avaliados pelo teste de Tukey e os regimes hídricos comparados pelo teste F, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa SAEG, versão 9.1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições (Apêndice A). Os tratamentos foram arrançados da seguinte forma: a irrigação constituiu o tratamento principal, aplicado nas parcelas; e o material de plantio constituiu o tratamento secundário, aplicado nas subparcelas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento I

Na Tabela 1, demonstra-se o efeito dos períodos de armazenamento sobre peso da massa fresca e perda de umidade de miniestacas, entretanto, esses fatores avaliados não influenciaram o peso da massa seca.

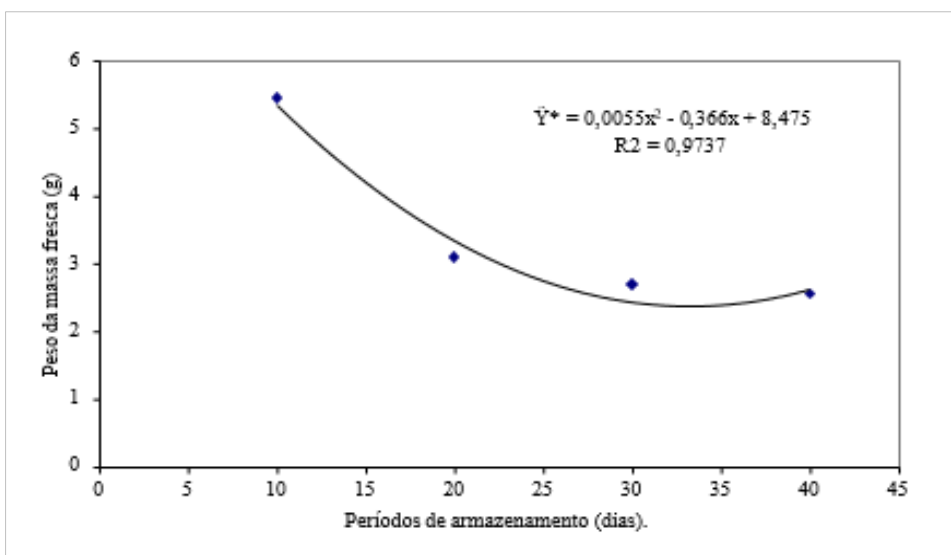
Nas variáveis massa fresca, massa seca e perda de umidade, foram avaliadas antes de armazenamento e considerados apenas os quatro períodos, os tratamentos onde foram submetidos ao armazenamento de 10 a 40 dias, excluindo o zero dias de armazenamento em que as miniestacas não foram armazenadas.

**Tabela 1:** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação das características massa fresca (MF), massa seca (MS) e percentagem da perda de umidade (PU) de miniestacas de mandioca, em função de métodos de tratamento e períodos de armazenamento. Vitória da conquista, BA, 2025

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		MF	MS	PU
Tratamento de miniestacas (T)	2	0,56	0,83	357,19
Blocos	2	34,65	11,44	29,44
Resíduo (a)	4	0,23	0,26	101,28
Armazenamento (AR)	3	16,44*	0,80	2.590,44*
T x Ar	6	0,93	0,33	159,61
Resíduo (b)	18	1,45	0,30	256,21
CV%		34,98	27,13	28,17
CV%		87,83	29,14	44,80

\*Significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

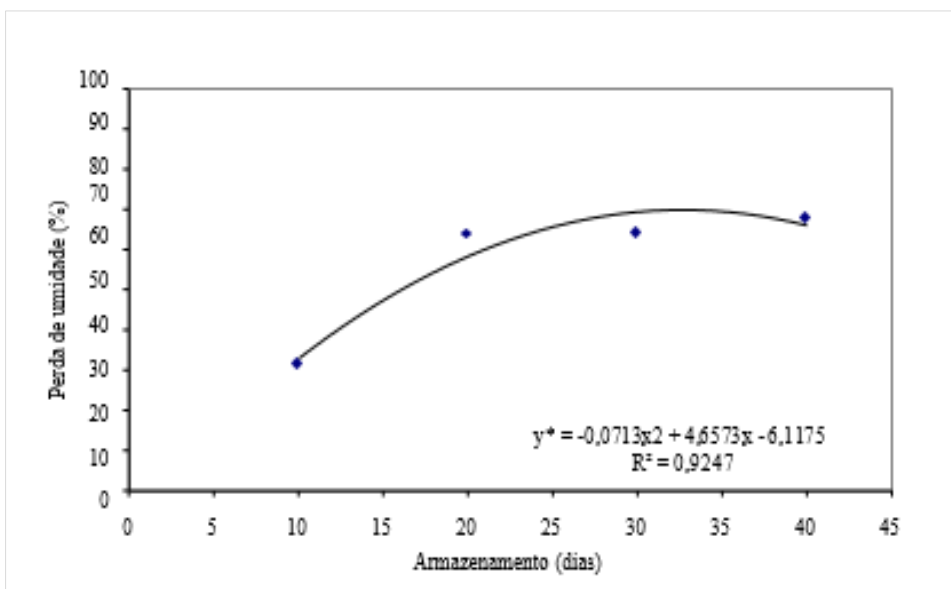
Na Figura 7, observa-se que a variação do peso da massa fresca de miniestacas, em função dos períodos de armazenamento, foi descrita por uma equação de segundo grau. O peso máximo estimado, de 5,4 gramas, ocorreu aos 10 dias de armazenamento, seguido por uma redução para 3,34 gramas aos 20 dias. Houve declínio até aproximadamente 33,27 dias, quando se estimou o peso mínimo em 2,39 gramas. A maior taxa de redução de peso foi verificada entre os 10 e 20 dias de armazenamento, com tendência de estabilização dos valores a partir desse período.



\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F, pela análise da regressão

**Figura 7:** Estimativa de peso de massa fresca de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista- BA, 2025.

A variação da perda de umidade das miniestacas, em função dos períodos de armazenamento (Figura 8), foi ajustada a um modelo quadrático. A partir da equação obtida, estimou-se que a maior perda de umidade, de aproximadamente 70%, ocorreu aos 39,67 dias de armazenamento. Contudo, a maior variação na perda de umidade foi observada entre os 10 e 20 dias de armazenamento, com um aumento de 33,32% para 58,51%.



\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de regressão.

**Figura 8:** Estimativa de perda de umidade de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista- BA, 2025.

Segundo Oladejo & Sikiru (2019), a perda de umidade durante o armazenamento é um fator relevante que afeta diretamente a viabilidade e o vigor das miniestacas, além de promover transformações bioquímicas. Mdenye et al. (2016) e Leihner (1986) relatam que, durante o armazenamento, ocorre depleção das reservas de carboidratos, especialmente os açúcares redutores, resultando em deterioração fisiológica. O aumento do tempo de armazenamento está associado à redução da brotação. A imersão das extremidades das miniestacas em parafina, embora empregada para reduzir a perda de umidade, não foi eficaz. Quando armazenadas por mais de 10 dias, as miniestacas tornaram-se inviáveis para o plantio, não apresentando brotação nas câmaras de crescimento. Dessa forma, as avaliações posteriores restringiram-se às miniestacas não armazenadas e às armazenadas por 10 dias.

A análise de variância (Tabela 2) revelou que a porcentagem de brotação de miniestacas e a porcentagem de brotação de gemas por miniestacas variaram significativamente em função dos períodos de armazenamento, sendo superiores nas miniestacas não armazenadas (Tabela 3). O armazenamento por 10 dias reduziu em 40% a porcentagem de brotação das miniestacas, além de uma redução de 33% na brotação de gemas por miniestacas. Por outro lado, altura, diâmetro e número, de brotos não apresentaram variação significativa frente aos fatores avaliados. Isso sugere que o armazenamento por 10 dias não foi suficiente para esgotar as reservas internas, permitindo que as brotações mantivessem características morfológicas semelhantes às das miniestacas não armazenadas.

As variáveis altura de broto, diâmetro de broto, número de brotos, porcentagem de brotação de miniestacas e porcentagem de brotação de gemas por miniestacas foram avaliadas após a coleta das brotações e foram considerados somente os dois períodos de armazenamento, de 0-10 dias, quando houve a sobrevivência das brotações. A partir de 20 dias em diante, não houve brotações das miniestacas, tornando-se inviáveis.

**Tabela 2:** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura de broto em cm, diâmetro do broto (D) em mm, número de brotos por miniestaca (N), percentagem de brotação de miniestacas (PM) e percentagem de brotação de gemas por miniestacas (PGM), de miniestacas de mandioca em função de métodos de tratamento e período de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		MF	MS	PU
Tratamento de miniestacas (T)	2	0,56	0,83	357,19
Blocos	2	34,65	11,44	29,44
Resíduo (a)	4	0,23	0,26	101,28
Armazenamento (AR)	3	16,44*	0,80	2.590,44*
TxAr	6	0,93	0,33	159,61
Resíduo (b)	18	1,45	0,30	256,21
CV%		34,98	27,13	28,17
CV%		87,83	29,14	44,80

\*Significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

A ausência de efeito significativo dos períodos de armazenamento e dos métodos de tratamento de miniestacas na altura, no diâmetro e no número de brotos por miniestacas pode estar associada ao vigor inicial da brotação. Até aos 10 dias de armazenamento, as miniestacas não se alteram quanto à altura das brotações, ao diâmetro das brotações e ao número de brotos/miniestaca. Essas variáveis não são afetadas pela perda de água nas miniestacas.

**Tabela 3:** Médias de percentagem de brotação de miniestacas (PM) e percentagem brotação de gemas por cada miniestaca (PGM) de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025

Armazenamento	PM	PGM
0 dias	81,48a	32,28a
10 dias	48,90b	21,60b

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade

Na tabela 4, nota-se que não houve efeito significativo do método de tratamento das miniestacas para nenhuma das características avaliadas, enquanto o número de folhas e o peso da massa seca de raízes variaram em função dos períodos de armazenamento. Para as demais características, o armazenamento não apresentou efeito significativo. A interação entre o tratamento das miniestacas e o período de armazenamento não foi significativa para nenhuma das variáveis, indicando que o efeito de um fator não é influenciado pelo nível do outro.

**Tabela 4:** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de número de folhas (NF), área foliar (AF), peso da massa fresca de folhas (PMF), peso da massa seca de folhas (PMS), peso da massa fresca de hastes (PFH), peso da massa seca de hastes (PSH), peso da massa fresca de raízes (PFR) e peso da massa seca de raízes (PSR) de miniestacas de mandioca em função de métodos de tratamento e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS							
		NF	AF	PMF	PMS	PFH	PSH	PFR	PSR
Tratamento de miniestacas (T)	2	14,44	51,39	0,40	0,12	1,19	0,30	0,26	0,11
Blocos	2	27,60	244,22	1,38	0,55	8,85	1,32	0,11	0,52
Resíduo (a)	4	28,57	116,47	0,54	0,25	1,35	0,24	0,24	0,36
Armazenamento Ar	1	73,12*	1130,50	0,11	0,13	2,11	0,44	0,68	0,30*
T x Ar	2	4,77	385,93	0,28	0,19	0,98	0,20	0,39	0,65
Resíduo (b)	6	8,80	197,40	0,27	0,56	0,70	0,15	0,83	0,28
CV%		37,51	43,48	41,12	77,78	13,30	19,93	50,95	38,44
CV%		20,82	56,61	29,08	86,41	9,58	15,79	64,75	33,90

\*Significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Oladejo & Sikiru (2019) concluíram que os principais fatores que comprometem o vigor e a brotação de manivas convencionais de mandioca armazenadas são temperatura, umidade relativa e idade do material, os quais favorecem a desidratação e infecções secundárias. Mdenye et al. (2016) e Leihner (1986) também destacam a perda progressiva de carboidratos durante o armazenamento, reduzindo a capacidade de brotação. Miniestacas armazenadas por 10 dias apresentaram menor número de folhas (Tabela 5), o que corrobora Schoffel et al. (2022), que relatam redução de crescimento e desenvolvimento da parte aérea com aumento do período de armazenamento. O aumento da massa seca de raízes nas miniestacas armazenadas por 10 dias (Tabela 5) é atípico, uma vez que o armazenamento geralmente está associado à redução do vigor inicial. No entanto, é possível que condições específicas de armazenamento ou a mobilização das reservas internas tenham favorecido o desenvolvimento radicular. Um curto período de armazenamento pode, em alguns casos, induzir respostas fisiológicas benéficas ao enraizamento, possivelmente associadas à síntese de hormônios ou ao rearranjo metabólico.

**Tabela 5:** Médias de massa seca de raízes (MS), número de folhas (NF) de miniestacas de mandioca em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, BA, 2025

Armazenamento	MS	NF
0 dia	0,10 b	9,92 a
10 dias	0,18 b	5,89 b

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

## 4.2 Experimento II

Os resultados da análise de variância revelaram interação entre irrigação e material de plantio, para diâmetro do caule e para número de hastes por planta (Tabela 6).

**Tabela 6:** Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para número de plantas por hectare (NPL), diâmetro de caule a 20 cm do solo (D20), número de hastes por planta (NH), número de ramificações por planta (NR) e altura da primeira ramificação (AR) em função de material de plantio e irrigação. Vitória da Conquista, Bahia, 2025

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		NPL	D20	NH	NR	AR
Irrigação (I)	1	43.421.98	559,60*	0,003	8,461	4331,98
Blocos	3	13.309.77	2,60	0,107	1,135	515,39
Resíduo (a)	3	10.586.79	8,71	0,030	2,406	979,75
Material de plantio	2	24.040.68	9,02	2,503*	3,284	475,84
I x MP	2	10.589.18	88,26*	0,956*	0,758	75,29
Resíduo (b)	12	9.229.90	19,13	0,055	1,476	475,04
CV % IR		25,68	11,10	10,658	67,37	104,27
CV% MP		23,98	16,46	14,412	52,77	72,607

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Desdobrando-se a interação (Tabela 7), observa-se que, ao comparar as plantas em relação à sua origem, aquelas oriundas de mudas, miniestacas ou manivas apresentaram o mesmo diâmetro do caule, medido a 20 cm do solo, tanto em condição de sequeiro quanto em condição irrigada. Entretanto, considerando separadamente o efeito da irrigação sobre as diferentes origens de plantas, nota-se que, quando irrigadas, as plantas oriundas de mudas e miniestacas apresentaram maior diâmetro. Esse mesmo comportamento não foi observado em plantas oriundas de manivas, nas quais o diâmetro do caule não variou entre aquelas cultivadas em condição de sequeiro e com irrigação.

Diversos estudos demonstram a correlação positiva entre a irrigação e o aumento do diâmetro do caule em plantas de mandioca. Coelho et al. (2020) destacam que a

irrigação na cultura da mandioca contribui significativamente para o aumento da biomassa total da planta, o que inclui o desenvolvimento da parte aérea, no qual o caule se insere. Um maior acúmulo de biomassa é um indicativo direto de um caule mais robusto.

Em condições de adequada disponibilidade hídrica, as células da planta conseguem manter um estado de turgor ideal, o que favorece a divisão celular e o alongamento celular (Taiz et al., 2017). A turgidez celular é a força motriz para a expansão da parede celular, contribuindo diretamente para o crescimento em diâmetro de órgãos como o caule. O estresse hídrico, por outro lado, causa uma redução no potencial hídrico celular, levando à perda de turgor e à inibição da expansão celular. Isso resulta em uma diminuição do crescimento de órgãos vegetativos, incluindo o caule (Larcher, 2000).

Em mandioca, que é conhecida por sua tolerância à seca, períodos de deficiência hídrica podem induzir estratégias de sobrevivência que priorizam a manutenção das funções básicas em detrimento do crescimento vegetativo robusto, resultando em caules mais finos (El- Sharkawy, 2003).

**Tabela 7:** Médias de diâmetro do caule (mm), a 20 cm do solo, de plantas de mandioca oriundas de mudas, miniestacas e manivas convencionais, cultivadas com e sem irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025

Irrigação	Mudas	Miniestacas	Manivas Convencionais
Com	31,39 Aa	35,22 Aa	27,59 Aa
Sem	23,76 Ba	18,15 Ba	23,33 Aa

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estudando a interação entre irrigação e material de plantio para o número de hastes por planta (Tabela 8), e avaliando as plantas originárias dos diferentes materiais de plantio em cada regime de irrigação, observou-se que, em condição de sequeiro, o menor valor foi encontrado em plantas originárias de mudas. Sob irrigação, as plantas oriundas de manivas apresentaram maior número de hastes, em média 2,62 por planta.

Avaliando separadamente o efeito da irrigação em cada material de plantio, nota-se um comportamento variável. Quando irrigadas, plantas originárias de manivas apresentaram maior número de hastes, comportamento oposto àquele observado em plantas de mandioca obtidas a partir de miniestacas. Plantas obtidas a partir de mudas apresentaram o mesmo número de hastes nos dois regimes de irrigação.

**Tabela 8:** Número de hastes por planta de mandioca, com e sem irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025

Irrigação	Mudas	Miniestacas	Manivas convencionais
Com	1,12 AB	1,19 Bb	2,62 Aa
Sem	1,19 AB	1,81 Aa	1,88 Ba

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela Tabela 9, nota-se efeito significativo da irrigação sobre altura das plantas, área foliar total e produtividade de raízes tuberosas, o que destaca a importância da disponibilidade hídrica para o crescimento vegetativo e o acúmulo de reservas na parte subterrânea da planta.

Em regiões semiáridas, como o Sudoeste da Bahia, onde períodos de seca são comuns, a suplementação de água por meio da irrigação pode reduzir o estresse hídrico, permitindo que a planta alcance seu potencial máximo de crescimento e desenvolvimento e produção de raízes.

Por outro lado, a ausência de efeito significativo da irrigação sobre a produtividade da parte aérea, a área foliar total e o teor de matéria seca nas raízes tuberosas sugere que, embora a água seja fundamental para o crescimento e a produtividade final, outros fatores podem ter maior influência nessas características.

Na mesma tabela, verifica-se que nenhuma das variáveis foi influenciada pelo material de plantio utilizado no experimento. Esse resultado indica que as diferentes fontes de material de plantio avaliadas possuíam um potencial produtivo semelhante sob as condições experimentais.

O uso de manivas-sementes convencionais, obtidas da colheita anterior, representa a prática de propagação de mandioca mais difundida na agricultura familiar, permitindo ao produtor reduzir os custos de produção ao eliminar a dependência de insumos externos para o estabelecimento da lavoura. Entretanto, a qualidade e a quantidade desse material de plantio são, geralmente, fatores limitantes que podem levar a problemas fitossanitários e à redução da área plantada.

Como alternativa, o uso de mudas micropropagadas e miniestacas asseguram uma qualidade fitossanitária superior, por fornecer material livre de patógenos sistêmicos, o que resulta com maior vigor e potencial produtivo. Adicionalmente, o tamanho e o peso reduzidos desses materiais otimizam a logística de transportes e distribuição, além de promoverem maior homogeneidade de estande.

**Tabela 9:** Resumo de análise de variância e coeficientes de variação para altura de plantas (AL), produtividade da parte aérea (PA), área foliar total (AFT), teor de matéria seca em raízes tuberosas (TMS) e produtividade de raízes tuberosas (PR) em função do material de plantio e da irrigação. Vitória da Conquista, Bahia, 2025

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		AL	PA	AFT	TMS	PR
Irrigação (I)	1	1,972*	615,37	14.594*	17,826	213,69*
Blocos	3	0,108	38,82	815.054	17,826	25,89
Resíduo (a)	3	0,043	168,27	816.073	4,369	16,13
Material de plantio (M)	2	0,190	69,43	349,028	0,867	32,84
I x MP	2	0,040	114,96	156.705	6,982	22,15
Resíduo (b)	12	0,061	47,60	665.706	3,136	10,72
CV % I		11,460	55,97	17,14	7,169	34,97
CV% MP		13,674	29,77	35,86	6,074	28,51

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F

A análise dos dados da Tabela 10 demonstra efeito da irrigação no desenvolvimento e na produtividade das plantas de mandioca. A irrigação promoveu um aumento significativo na altura das plantas (37%), no número de gemas, na área foliar total e, em maior magnitude, na produtividade de raízes tuberosas (70%), o principal componente de interesse econômico. Esses incrementos refletem a importância da disponibilidade hídrica para otimizar os processos fisiológicos da planta, desde o crescimento vegetativo até o acúmulo de biomassa nas raízes.

**Tabela 10:** Médias de altura de plantas (AL) em m, área foliar total (AFT) em cm<sup>2</sup> e produtividade de raízes tuberosas (PR) em t/ha, em função da irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025

Irrigação	A	AFT	PR
Com	2,10 A	31,450 A	14,47 A
Sem	1,53 B	15,860 B	8,50 B

Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Na mesma tabela, nota-se que plantas cultivadas em condição de sequeiro apresentaram valores inferiores em todas as variáveis analisadas, evidenciando o efeito limitante da deficiência hídrica no desenvolvimento da cultura. A menor altura e a reduzida área foliar nas plantas não irrigadas levaram à menor produtividade de raízes tuberosas. O efeito mais pronunciado da irrigação reside no aumento do crescimento e, principalmente, no aumento da produtividade de raízes. Esses resultados corroboram

Silva et al. (2022), que observaram redução de altura em condições de sequeiro e menor produtividade de raízes tuberosas.

Os resultados obtidos no presente experimento são consistentes com as tendências descritas na literatura, em que a irrigação maximiza a produtividade da mandioca. Silva et al. (2023) observaram que a irrigação com 120% da evapotranspiração da cultura (Etc.) aumentou a produtividade em até 167%, elevando a produção para 90 t.ha<sup>-1</sup>. Esses autores também verificaram melhoria nos indicadores econômicos da produção. Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2020), que constataram incremento na eficiência quântica do fotossistema II e no teor de clorofila, refletindo maior crescimento vegetativo e produtividade.

Na Nigéria, Tayo et al. (2024) observaram variação de produtividade de mandioca em função da variedade e do manejo. No Brasil, Silva et al. (2023) também demonstraram que a irrigação promoveu aumento de 50% na produtividade de raízes em condições semiáridas. Pela análise da Tabela 11, nota-se que o fator irrigação teve influência sobre o número de gemas por maniva (NGE) e sobre a porcentagem de massa seca (MS); e o fator material de plantio teve influência sobre as variáveis: número de gemas por maniva (NGE), diâmetro da medula (DME), diâmetro da maniva (DMA), peso da massa fresca de manivas (PMF) e porcentagem de massa seca (MS).

**Tabela 11:** Resumo de análise de variância e coeficientes de variação das variáveis número de manivas por planta (NM), número de gemas por maniva (NGE), diâmetro da medula (DME), diâmetro da maniva (DMA), peso da massa fresca de manivas (PMF) e porcentagem de massa seca de manivas (MS) em função de material de plantio e irrigação. Vitória da Conquista, Bahia, 2025

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		NM	NGE	DME	DMA	PMF	MS
Irrigação (I)	1	0,8932	22,815*	0,0376	0,0726	94,96	11,070*
Bloco	3	0,6951	1,429	0,0273	0,1897	666,28	1,306
Resíduo (a)	3	0,3002	0,616	0,0216	0,1112	767,26	2,013
Material de plantio (MP)	2	4,4593	8,175*	0,0611*	0,4384*	3855,7*	8,338*
I x MP	2	1,3599	3,684	0,0187	0,0579	1064,29	2,975
Resíduo (b)	12	1,3130	1,536	0,0142	0,0963	736,84	2,091
CV % I		54,43	6,21	21,97	16,34	26,27	1,84
CV% MP		91,92	9,80	17,80	15,22	25,75	1,87

\*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quando se compara manivas de mandioca de plantas irrigadas com as de plantas cultivadas em regime de sequeiro (Tabela 12), aquelas provenientes de plantas irrigadas

apresentaram menor teor de matéria seca. Plantas irrigadas apresentam maior teor de água em seus tecidos, podendo ocorrer o “efeito de diluição”, com menor concentração de solutos por unidade de peso da massa fresca. Em sequeiro, a planta tende a acumular menos água, e pode concentrar mais solutos para ajustar osmoticamente suas células, resultando em maior teor de massa seca, em base de peso da massa fresca de manivas (El-Sharkawy, 2003).

A mandioca, sob irrigação, tende a manter um crescimento vegetativo contínuo e acelerado, deslocando os fotoassimilados prioritariamente para a formação de novas folhas, caules e raízes finas, visando expandir a área fotossintética e explorar mais volume de solo.

Em ambientes com períodos de seca, a planta de mandioca reduz o crescimento vegetativo, intensificando a translocação de reservas para as raízes tuberosas e, em certa medida, para as hastes mais lignificadas, visando a capacidade de rebrotar após o estresse. Essa translocação pode resultar em um acúmulo relativo maior de matéria seca nas hastes, quando as plantas estão sob algum nível de restrição hídrica, preparando-se para um período de dormência ou menor atividade metabólica (Alves; Júnior, 2004). Embora as plantas irrigadas e não irrigadas tenham a mesma idade, possivelmente o maior e mais rápido crescimento das primeiras pode ter levado as hastes a manterem metabolismo mais ativo, com menor lignificação e menor acúmulo de reservas em relação ao volume de água.

O número de gemas por maniva (Tabela 12) foi maior em plantas irrigadas. Essa característica é importante para a brotação e a formação de um estande adequado. Manivas com 3 a 7 gemas viáveis são o ideal, pois oferecem múltiplas chances de brotação, mesmo que algumas gemas falhem (Silva et al., 2008). Um número insuficiente de gemas pode resultar em menor taxa de brotação e falhas no estande, enquanto um número excessivo pode não trazer benefícios proporcionais e aumentar o custo de plantio. Manivas com um número adequado de gemas viáveis garantem uma maior probabilidade de brotação e emergência das plântulas. De acordo com Fialho et al. (2000), a seleção de manivas saudáveis e vigorosas é uma das principais recomendações para assegurar o pegamento da cultura. Manivas que possuem poucas gemas ou que apresentam gemas danificadas (por corte inadequado, pragas, doenças ou manuseio impróprio) tendem a resultar em baixas taxas de brotação, levando a falhas no estande e à necessidade de replantio, o que acarreta em aumento de custos e atraso no ciclo produtivo (Embrapa, 2008).

O vigor da muda, expresso pela sua capacidade de brotação e desenvolvimento inicial, é diretamente influenciado pela reserva de nutrientes presentes na maniva, que está relacionada ao seu diâmetro e à quantidade de gemas (Souza et al., 2006; Silva, 2021). A irrigação, ao reduzir o estresse hídrico, permite que a planta de mandioca mantenha altas taxas de fotossíntese e translocação de carboidratos essenciais para a formação de gemas robustas e com maior potencial de brotação (Silva, 2021). A ausência de períodos de deficiência hídrica prolongada resulta em caules mais desenvolvidos e com maior número de nós, onde as gemas se localizam.

**Tabela 12:** Médias de número de gemas por maniva (NGE) e porcentagem de massa seca (MS) de manivas em função da irrigação. Vitória da Conquista, BA, 2025

Irrigação	NGE	MS
Com	13,57 a	21,85 b
Sem	11,80 b	23,53 a

Em cada coluna, médias seguidas da mesma, letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 13 apresenta as médias das características avaliadas em manivas de mandioca produzidas a partir de diferentes tipos de materiais de plantio. Manivas provenientes de mudas e miniestacas apresentaram pesos da massa fresca e seca semelhantes e significativamente maiores do que as manivas convencionais. As demais variáveis, diâmetro da medula e da maniva e número de gemas por maniva, apresentaram a mesma variação: plantas originárias de mudas com maiores valores que aqueles encontrados em plantas obtidas a partir de manivas, com plantas obtidas a partir de miniestacas, mostrando valores intermediários.

**Tabela 13:** Média de peso da massa fresca de manivas (PMF) em gramas, peso da massa seca de manivas (PMS) em gramas, diâmetro da maniva (DMA) em cm, diâmetro da medula (DME) em cm, número de gemas por maniva (NGE) e porcentagem de massa seca (MS) em função do material de plantio. Vitória da Conquista, BA, 2025

Material de plantio	PMF	PMS	DMA	DME	NGE	MS
Mudas	119,42 a	27,72 a	2,24 a	0,74 a	13,8 a	23,38 a
Miniestacas	116,76 a	26,94 a	2,10 ab	0,7 ab	12,19 ab	23,07 ab
Manivas	80,13 b	17,33 b	1,79 b	0,57 b	11,94 b	21,60 b

Em cada coluna, médias seguidas da mesma, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Hartati et al. (2021), ao avaliarem o efeito do número de gemas no crescimento de variedades locais de mandioca, concluíram que o maior número de gemas por maniva, que resultou em mais brotações, reduziu a altura da planta e a produtividade, já que os

assimilados produzidos na fotossíntese são divididos e distribuídos em muitas hastes, resultados semelhantes aos obtidos por Enyi (1973).

O diâmetro das manivas, que geralmente varia entre 2,5 a 3,5 cm, é uma das características que os produtores usam para a escolha do material de plantio (Mashuubu et al., 2024).

As manivas produzidas a partir de mudas e miniestacas apresentam mais massa fresca e seca, maiores diâmetros e medula mais espessa, com maior número de gemas e porcentagem de massa seca do que as manivas produzidas a partir de manivas convencionais. Isso é de grande valia para programas de multiplicação de manivas-semente, por evidenciar a superioridade das características agronômicas dos materiais gerados a partir das mudas e miniestacas, fazendo chegar aos produtores uma melhor qualidade de manivas, com maior vigor e, conseqüentemente, maiores taxas de germinação ao serem plantadas em campo.

## **5 CONCLUSÕES**

O armazenamento reduz a viabilidade de miniestacas de mandioca, principalmente pela perda de umidade. E o armazenamento por mais de 10 dias torna as miniestacas inviáveis para o plantio, resultando em ausência de brotação.

O armazenamento das miniestacas por 10 dias diminui o potencial de propagação, aumenta o potencial de enraizamento e não interfere no vigor das brotações.

O tratamento das miniestacas com parafina e fungicida não contribui para manter a sua viabilidade.

A irrigação aumenta a produtividade de parte aérea e de raízes tuberosas e melhora a qualidade do material de plantio, elevando o número de gemas por maniva.

Os diferentes tipos de material de plantio (mudas, miniestacas e manivas) não influenciam a produtividade de raízes tuberosas, indicando que todos possuem potencial produtivo semelhante, sob as condições avaliadas.

Plantas oriundas de mudas e miniestacas apresentam maior diâmetro de caule sob irrigação, enquanto que plantas de manivas produzem mais hastes na mesma condição.

O material de plantio original influencia a qualidade das manivas colhidas, sendo que aquelas originadas de plantas provenientes de mudas e miniestacas apresentam peso e diâmetro superiores aos das originadas de manivas convencionais.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AO, O.; Sikiru, G. Storage Effects on Cassava Planting Material Quality and Subsequent Viability and Germination, 2019. Disponível em: [https://www.cambridgenigeriapub.com/wp-content/uploads/2020/06/CJPAS\\_Vol17\\_No9-13.pdf](https://www.cambridgenigeriapub.com/wp-content/uploads/2020/06/CJPAS_Vol17_No9-13.pdf). Acesso em 22 de março de 2025.
- Alves, A. A.; Júnior, L. F. P. Fisiologia da mandioca. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1152564/1/Fisiologia\\_da\\_mandioca.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1152564/1/Fisiologia_da_mandioca.pdf). Acesso em 30 de abril de 2025.
- Andrade, L. R. B. D.; Sousa, M. B. E.; Oliveira, E. J.; Resende, M. D. V. D.; Azevedo, C. F. Cassava yield traits predicted by genomic selection methods. **PLoS One**, v. 14, n. 11, p. e0224920, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224920>
- Aquiles, K. R.; de Abreu Mattos, J. K.; Uesugi, C. H.; Vieira, E. A.; de Freitas Fialho, J. Influência das diferentes seções do terço médio da planta na multiplicação rápida de mandioca. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 4537-4549, 2021. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-135>
- Badilla, Y.; Xavier, A.; Gamboa, O. M. Influência do Tempo de Armazenamento No Enraizamento de Miniestacas de Clones de *Tectona grandis* LINN F. **Revista Árvore**, v. 41, p. e410303, 2017. <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300003>
- Bezerra, C. B.; Medeiros, E. V. D.; Silva, C. A. D.; Notaro, K. D. A.; Negreiros, A. M. P.; Sales, R. Non-autoclaved poultry litter and soil are efficient in controlling *Scytalidium lignicola* growth, the causal agent of cassava black root. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 191-196, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/187102>
- Carvalho, F. M. D.; Viana, A. E. S.; Cardoso, C. E. L.; Matsumoto, S. N.; Gomes, I. R. Sistemas de produção de mandioca em treze municípios da região Sudoeste da Bahia. **Bragantia**, v. 68, p. 699-702, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000300017>
- Cardoso, H.; Peixe, A.; Bellini, C.; Porfírio, S.; Druege, U. Advances on the biological mechanisms involved in adventitious root formation: from signaling to morphogenesis. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 867651, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.867651>
- Chavans Paolino, T.; Martins Rezende, M.; Cordeiro Malenowtch, J. V.; Mendonça de Carvalho, A., Tadao Teramoto, E., & Ferrari, S. Otimização do crescimento vegetativo e produtividade da mandioca por meio de bioestimulante e métodos de cultivo. **Nativa**, v. 11, n. 4, 2023. <https://doi.org/10.31413/nativa.v11i4.16545>

Ceballos, H.; Kawuki, R. S.; Gracen, V. E.; Yencho, G. C.; Hershey, C. H. Conventional breeding, marker-assisted selection, genomic selection and inbreeding in clonally propagated crops: a case study for cassava. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 128, p. 1647-1667, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00122-015-2555-4>

Ceballos, H.; Rojanaridpiched, C.; Phumichai, C.; Becerra, L. A.; Kittipadakul, P.; Iglesias, C.; Gracen, V. E. Excellence in cassava breeding: perspectives for the future. **Crop Breeding, Genetics and Genomics**, v.2, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.20900/cbgg20200008>

Coelho Filho, M. A.; Coelho Filho, M. A Irrigação da cultura da mandioca. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, P. 12, 2020. (Comunicado Técnico, **172**). Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121941/1/Comunicado\\_Tecnico172-Mauricio-Coelho-AINFO-2.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121941/1/Comunicado_Tecnico172-Mauricio-Coelho-AINFO-2.pdf). Acesso em: 22 maio 2025. ISSN 1809-502X

Conceição, L. V. D.; Cortes, D. F. M.; Klauser, D.; Robinson, M.; Oliveira, E. J. D. New protocol for rapid cassava multiplication in field conditions: A perspective on speed breeding. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p.1258101, 2023. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1258101>

Cunha, M. D. C. L.; Ferreira, T. C.; de Sousa Silva, R. P. Cenários de mudanças climáticas influenciando a germinação e vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* e *Cenostigma pyramidalis*. **Revista Principia**, n. 54, p. 62-70, 2021. <https://doi.org/10.18265/1517-0306a2021v1n54p62-70>

De Oliveira, J. R., de Araújo, J. M., de Almeida, U. O., da Costa, D. A., & Neto, R. C. A Produção de mudas de aceroleira com miniestacas tratadas com ácido indolbutírico e extrato de tiririca. **Scientia plena**, v. 19, n. 10, 2023 <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.100202>

Dos Santos Souza, C.; Machado, E. L. M.; Titon, M.; dos Santos Silveira, G. V.; Botrel, R. T.; de Paiva Neto, E. E., ... & Araújo, P. C. D. Propagação vegetativa por miniestaquia de *Mimosa Tenuiflora* (Mart.) Benth. **Observatório de la economía Latinoamericana**, v. 22, n. 5, p. e4758-e4758, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n5-131>

EL-Sharkawy, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: implications for breeding adapted cultivars. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 129-137, dez. 2003. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400003>

El-sharkawy, M. A. Características fisiológicas da tolerância da mandioca a secasprolongadas nos trópicos: implicações para o melhoramento de cultivares adaptadas a ambientes semi-áridos e sazonalmente secos. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 257-286, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400003>

- El-Sharkawy, M. A. “Biologia e Fisiologia da Mandioca”. **Biologia Molecular Vegetal**, 56 (4): 481–501, 2004. <https://doi.org/10.1007/s11103-005-2270-7>
- El-Sharkawy, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: implications for breeding adapted cultivars. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v 19, p. 257-286, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400003>
- Enyi, B. A. C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. **The Journal of Agricultural Science**, v. 81, n. 1, p. 15-28, 1973. <https://doi.org/10.1017/S0021859600058251>
- EMBRAPA. Mandioca: seleção, conservação e preparo de material de plantio. **Infoteca Embrapa**, 2013. Disponível em: [Infoteca Embrapa] <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/70548>
- Ezui, K. S.; Leffelaar, P. A.; Franke, A. C.; Mando, A.; Giller, K. E. Simulating drought impact and mitigation in cassava using the LINTUL model. **Field Crops Research**, v. 219, p. 256-272. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.033>
- FAOSTAT (2020). Produção, Mandioca, todos os países (Roma, Itália: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura). Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity)
- Félix, R. J. da S.; Gomes, E. M.; Bulhões, L. E. L.; Cartaxo, P. H. de A.; Santos, J. P. de O.; Mielezski, F. Vegetative Development of cassava (*manihot esculenta* crantz) according to different lengths seed stake Essentia (Sobral), v. 21, n.1, p. 68-74, 2020. <https://doi.org/10.36977/ercct.v21i1.321>
- Feyisa, A. S. Micropropagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Extensive Reviews**, v. 1, n. 1, p. 49-57, 2021. <https://doi.org/10.21467/exr.1.1.4486>
- Fialho, J. F.; Vieira, J. P.; Gomes, J. C.; Moura, M. I. de. Cultura da mandioca: aspectos técnicos e econômicos. Brasília, DF: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1000910/1/apostilamandioca.pdf>. Acesso em 14 de maio de 2025.
- Fukuda, W. M. G.; de Carvalho, H. W. L **Propagação rápida de Mandioca no Nordeste Brasileiro**. 2007. [http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2007/ct-45.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2007/ct-45.pdf)
- Goulart, P. B.; Xavier, A. Efeito do tempo de armazenamento de minestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 32, p. 671-677, 2008. <https://doi.org/10.1590/S010067622008000400008>
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies Jr., F.T.; Geneve, R.L. 2011. Plant propagation: principles and practices. 8th.ed. Boston: Pretice-Hall, 2011. 915 p.

Hartati, T. M.; Roini, C.; Rodianawati, I. **Growth response of local cassava to cutting models and the number of buds**, v. 36, n. 2, p. 379-391, 2021. <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v36i2.37746>

Henz, G. P. Impacto das doenças de Plantas na Segurança Alimentar e Nutricional Global: Tema Estratégico Para O Brasil. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 30, p. 7-28, 2025. <https://doi.org/10.31976/0104-038321v300001>

Kidulile, C. E.; Alakonya, A. E.; Ndunguru, J. C.; Ateka, E. Cost effective medium for in vitro propagation of Tanzanian cassava landraces. **African Journal of Biotechnology**, v. 17, n. 25, p. 787-794, 2018. <https://doi.org/10.5897/AJB2017.16368>

Kidasi, P. C.; Kilalo, D. C.; Mwang'ombe, A. W. Effect of sterilants and plant growth regulators in regenerating commonly used cassava cultivars at the Kenya coast. **Heliyon**, v. 9, n. 6, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17263>

Larcher, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: **RIMA**, 2000.

Leihner, D.E, Storage and regeneration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) planting material; In: **Global Workshop on the propagation of root and tuber crops**. p. 12-16. Centro Internacional de Agricultura (CIAT), Cali, Colômbia. 1983. p. 131-13

Li, S.; Cui, Y.; Zhou, Y.; Luo, Z.; Liu, J.; Zhao, The industrial applications of cassava: Current status, opportunities and prospects. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 8, p. 2282-2290, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8287>.

Lobo, I. D.; dos Santos Júnior, C. F.; Nunes, A. Importância socioeconômica da mandioca (*Manihot esculenta* crantz) para a comunidade de Jaçapetuba, município de Cametá/PA. **Multitemas**, p. 195-211, 2018. <https://doi.org/10.20435/multi.v23i55.1913>.

Mapayi, E. F.; Ojo, D. K.; Oduwaye, O. A.; Porbeni, J. B. Optimization of in-vitro propagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes. **Journal of Agricultural Science**, v.5, n.3, p. 261, 2013. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n3p261>.

Matondo, D. G.; Rwegasira, G. M.; Msuya, D. G.; Mrema, E. J. Effects of cassava stem storage methods and duration on their field establishment and productivity. **Journal of Current Opinion in Crop Science**, v. 5n. 4, p. 239-249, 2024. <https://doi.org/10.62773/jcocs.v5i4.286>.

Mashuubu, Y.; Mourice, S.; Kudra, A.; Baijukya, F. Effect of fertilizer, planting density and variety on growth and yield of stem cuttings of cassava. **Journal of Current Opinion in Crop Science**, v. 5, n. 1, p. 27-40, 2024. <https://doi.org/10.62773/jcocs.v5i1.226>.

Maciel, M. R. A.; Ming, L. C. A importância do cultivo e uso da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) entre o povo Paresí, Mato Grosso, Brasil. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-16>

Mdenye, B. B.; Kinama, J. M., Olubayo, F. M.; Kivuva, B. M.; Muthomi, J. W. Effect of storage methods on carbohydrate and moisture of cassava planting materials. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, p. 100, 2016  
<https://doi.org/10.5539/jas.v8n12p100>

Menezes, A.; Sampaio, P. T. B.; Blind, A. D. Propagação de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) por estacas e miniestacas. **Nucleus**, v. 15, n. 1, p. 515-522, 2018  
<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.1829>

Moreira, G. L. P.; Viana, A. E. S.; Cardoso, A. D.; Santos, V. D. S.; Matsumoto, S. N., Andrade, A. C. B. Intervalos entre podas de duas variedades de mandioca. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1757-1767, 2014.

Moreira, G. L.; Prates, C. J.; Oliveira, L. M.; Viana, A. E.; Júnior, N. D. S. C.; Figueiredo, M. Composição bromatológica de mandioca (*Manihot esculenta*) em função do intervalo entre podas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 144-153, 2017  
<https://doi.org/10.19084/RCA16022>

Muktar, H.; Beshir, H. M.; Tadesse, T.; Haile, A. Rooting performance of cassava cuttings due to the number of nodes and rooting media. **Food and Energy Security**, v. 13, n.1, p. e512, 2024. <https://doi.org/10.1002/fes3.512>

N'gonian, S. K.; Boye, A. D. M.; Aka, J. K. B. Evaluation of agronomic descriptors of two cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) on ten innovative substrates in Daloa (Côte d'Ivoire). **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 11, n. 3, p. 93–101. 2021. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.11.3.0424>

Ogero, K. O., Mburugu, G. N., Mwangi, M., Ombori, O., Ngugi. In vitro micropropagation of cassava through low cost tissue culture. **Asian Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 3, p. 205-209, 2012. Disponível em:  
<https://www.researchgate.net/publication/262673729>. Acesso em 24 de maio de 2025

Oliveira, S. A. S., Alvarez, E., Pardo-García, J. M., Diamantino, M., Brito, D., Pereira, J. D. S., Jocilene dos Santos Pereira, U. F. R. B. (2020). **Propagação de mandioca com qualidade fitossanitária em câmara térmica automatizada**.  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124359>

Oliveira, S. A. S., Alvarez, E., Pardo-García, J. M., Diamantino, M., Brito, D., Pereira, J. D. S., Jocilene Dos Santos Pereira, U. F. R. B. Propagação de mandioca com qualidade fitossanitária em câmara térmica automatizada, **Embrapa** 2020  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124359>

Oliveira Junior, J. O. L.; Sagrilo, E. Mandioca: seleção, conservação e preparo de material de plantio. **Infoteca Embrapa**, 2008. Disponível em:  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/70548>

Oliveira, E. J.; de Oliveira, S. A. S.; Otto, C.; Alicai, T.; de Freitas, J. P. X., Cortes, D. F. M., ... & Robinson, A novel seed treatment-based multiplication approach for cassava planting material. **Plos one**, v. 15, n. 3, p. e0229943, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229943>

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – **FAO**. Economize e Cresça: Mandioca: Um Guia para Intensificação da Produção Sustentável. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2013. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6d5597ba-0770-44cf-a1ad-0b880cde4321/content>. Acesso em 24 de Maio de 2025.

Pipatsitee, P.; Eiumnoh, A.; Praseartkul, P.; Taota, K.; Kongpugdee, S.; Sakulleerungroj, K.; Cha-um, S. Application of infrared thermography to assess cassava physiology under water deficit condition. **Plant Production Science**, v. 21, n. 4, p. 398-406, 2018. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2018.1530943>

Rankine, D.; Cohen, J.; Murray, F.; Moreno-Cadena, P.; Hoogenboom, G.; Campbell, J.; Stephenson, T. Evaluation of dssat-manihot-Cassava model to determine potential irrigation benefits for cassava in Jamaica. **Agronomy Journal**, v. 113, n.6, 53175334, 2021. <https://doi.org/10.1002/agj2.20876>

Ribeiro, M. D. N. O.; Carvalho, S. P. D.; Pereira, F. J.; Castro, E. M. D. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância a diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 354-361, 2012. <https://doi.org/10.1590/S180666902012000200019>

Rocha, H. S.; da Silveira, H. F.; Souza, A. D. S.; de Oliveira, S. A. S.; de Oliveira, E. J.; de Souza, B. D. L.; De Lima, S. A. Miniestacas de mandioca-nova alternativa de material de plantio. **Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1133022>. Acesso em 18 de Abril de 2025.

Schoffel, A., Lopes, S. J., Koefender, J., Lucio, A. D., Camera, J. N., & Golle, D. P. Adaptation of rapid multiplication method: cassava stem and root yield at different spacings and transplanting seasons. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, p. e20191273, 2022. <https://doi.org/10.1590/0001-376520220191273>.

Schoffel, A.; Lopes, S. J.; Koefender, J.; Camera, J. N.; Golle, D. P.; Lúcio, A. D. Characteristics and production of cassava stem cuttings for rapid multiplication method. **HOLOS**, v. 2, 2022. <https://doi.org/10.15628/holos.2022.10326>

Sessou, A. F.; Kahia, J. W.; Houngue, J. A.; Ateka, E. M.; Dadjjo, C.; Ahanhanzo, C. In vitro propagation of three mosaic disease resistant cassava cultivars. **BMC biotechnology**, v. 20, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12896-020-00645-8>

Sheat, S.; Mushi, E.; Gwandu, F.; Sikirou, M.; Baleke, P.; Kayondo, S. I.; Winter, S. Cut, root, and grow: simplifying cassava propagation to scale. **Plants**, v. 13, n. 4, p. 471, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13040471>

Shirima, R. R.; Legg, J. P.; Maeda, D. G.; Tumwegamire, S.; Mkamilo, G.; Mtunda, K.; Kanju, Genotype by environment cultivar evaluation for cassava brown streak disease resistance in Tanzania. **Virus Research**, v. 286, p. 198017, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198017>

Siloto, E. D.; Fernandes, A. M. Brotação de manivas de mandioca no sistema de propagação rápida sob diferentes níveis de adubação. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 12, p. 15-25, 2016. <http://dx.doi.org/10.17766/1808981X.2016v12n1p1525>

Silva, J. D.; Da Silva, J. A. E. V. E. S. O. N. Tamanhos de manivas tratadas com enraizante na produção de mandioca de mesa cv. Venâncio em cultivo irrigado. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2021. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 120). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131825/1/BoletimPesquisa120-Jaeveson-2021-AINFO.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025. ISSN 1809-500.

Silva, R. B.; Teodoro, I.; de Souza, J. L.; Júnior, R. A. F.; dos Santos, M. A.; Magalhães, I. D.; Martins, G. M. C. Análises fisiológicas e de crescimento e produtividade da mandioca sob níveis de irrigação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 1, p. 16-26, 2022. <https://doi.org/10.5965/22381171211202201>

Silva, R. B.; Teodoro, I.; Souza, J. L. D.; Ferreira, R. A.; Magalhães, I. D.; Santos, M. A. D.; Oliveira, J. D. S. D. (2021) Physiological and productive aspects of cassava under different irrigation levels. **Bragantia**, v. 80, p. e5321, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200501>

Silva, R. B.; Teodoro, I.; de Souza, J. L.; Júnior, R. A. F.; dos Santos, M. A.; Magalhães, I. D.; Martins, G. M. Physiological and growth analysis and productivity of cassava under irrigation levels. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 22, n. 1, 2023 <https://doi.org/10.5965/223811712112022016>.

Silva, R. B.; Teodoro, I.; Souza, J. L. D.; Ferreira, R. A.; Santos, M. A. D.; Martins, G. M. C. Water balance and technical-financial performance of irrigation in the cassava cultivation. **Revista Ceres**, v. 70, n. 5, p. e7050, 2023. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202370050007>

Silva, R. B.; Teodoro, I.; Souza, J. L. D.; Ferreira, R. A.; Magalhães, I. D.; Santos, M. A. D.; Oliveira, J. D. S. D. Physiological and productive aspects of cassava under different irrigation levels. **Bragantia**, v. 80, p. e5321, 2021. <https://doi.org/10.1590/16784499.20200501>

Sief-Eldein, A. G. An efficient in vitro Propagation protocol for a sustainable supply of cassava. **Egyptian Journal of Desert Research**, v. 74, n. 2, p. 529-542, 2024 <https://dx.doi.org/10.21608/ejdr.2025.346999.1195>

Souza, K. A.; Souza, A. D.S.; Santos, V.D.S.; Kelly Anselmo de Souza, U. F. R. B. Utilização da multiplicação rápida na propagação da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), 2010. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/875342>

Souza, E.; Kalid, R. Technology transfer in cassava cultivation—the case of Reniva Project. **Interação**, v. 23, p. 423-439, 2022. <https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.3017>

Souza, F. V. D. A.; Ribeiro, S. D. C. D. A.; da Silva, F. L.; Teodósio, A. E. M. D. M. Waste of the cassava in family agroindustries in the northeast Pará, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p 92-98, 2019 <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5777>

Souza, L. da S.; Lima, S. S.; Freire, M. D. F. Recomendações técnicas para o cultivo da mandioca. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2006.

Souza, A. D. S.; Souza, F. V. D.; dos Santos-Serejo, J. A.; Junganhs, T.; da Silva Neto, H. P. Micropropagação da mandioca mediante ápices caulinares e segmentos nodais. 2008. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/655629/1/Circular-88.pdf>

Soares, M. R. S.; do Nascimento, R. D. M.; Viana, A. E. S.; Cardoso, A. D.; Braga, G. C. M.; Júnior, J. N. L. F. Componentes agrônômicos qualitativos e caracterização morfológica de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em seis épocas de colheita. **Scientia plena**, v. 13, n. 6, 2017. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.061601>

Sungthongwises, K.; Promkhambut, A.; Laoken, A.; Polthanee, A. Effects of methods and duration storage on cassava stake characteristics, v. 15, n. 3- 4, p. 86-91 <https://doi.org/10.3923/ajps.2016.86.91>

Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2017. 888 p.

Tayo, B. A. D. M. U. S.; Afolayan, I. O.; Ewemoje, T. A.; Olaoye, S. A.; Ubi, P. A. Water productivity of improved cassava varieties under tropical rain-fed conditions. **Nigerian Journal of Technology**, v. 43, n. 3, p. 594-601, 2024. <https://doi.org/10.4314/njt.v43i3.23>

Tokunaga, H.; Anh, N. H.; Dong, N. V.; Ham, L. H.; Hanh, N. T.; Hung, N.; Seki, M. An efficient method of propagating cassava plants using aeroponic culture. **Journal of Crop Improvement**, v. 34, n. 1, p. 64-83, 2020. <https://doi.org/10.1080/15427528.2019.1673271>

Van Minh, N.; Van Loc., N. Efeitos de telas pretas e níveis de umidade no crescimento da mandioca para propagação de miniestacas. **AJCS** v. 18, n. 1, p. 50-54, 2024. <https://doi.org/10.21475/ajcs.24.18.01.p4094>

Veríssimo, V.; Cruz, S. J. S., Pereira, L. F. M., da Silva, P. B., Teixeira, J. D., Ferreira, V. M., & Endres, L. Trocas gasosas e crescimento vegetativo de quatro variedades de mandioca. **Revista raízes e amidos tropicais**, v. 6, p. 232-240, 2010  
<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1124/1180>

Vilasboa, J.; Da Costa, C. T.; Fett-Neto, A. G. Rooting of eucalypt cuttings as a problem-solving oriented model in plant biology. **Progress in biophysics and molecular biology**, v. 146, p. 85-97, 2019  
<https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2018.12.007>

Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, RL **Clonal forestry: principles and techniques**. 2 ed Viçosa: Ed da UFV, 2013. 279 p

Xie, J.; SU, X. Decomposition of influencing factors on irrigation water requirement based on Lmdi method. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 33, n. 7, p. 123-131, 2017.  
<https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2017.07.01>

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Croqui de experimento II

#### Bloco V

MU	MI	MA	SI
MU	MI	MA	SI
MU	MI	MA	SI
MI	MA	MU	CI
MI	MA	MU	CI
MI	MA	MU	CI

#### Bloco IV

MA	MU	MI	CI
MA	MU	MI	CI
MA	MU	MI	CI
MU	MI	MA	SI
MU	MI	MA	SI
MU	MI	MA	SI

#### Bloco III

MI	MA	MU	SI
MI	MA	MU	SI
MI	MA	MU	SI
MU	MI	MA	CI
MU	MI	MA	CI
MU	MI	MA	CI

#### Bloco II

MI	MA	MU	CI
MI	MA	MU	CI
MI	MA	MU	CI
MA	MU	MI	SI
MA	MU	MI	SI
MA	MU	MI	SI

#### Bloco I

MA	MU	MI	CI
MA	MU	MI	CI
MA	MU	MI	CI
MI	MA	MU	SI
MI	MA	MU	SI
MI	MA	MU	SI