



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

**PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE MANDIOCA EM**  
**CONDIÇÃO DE CAMPO**

**MATHEUS DIAS SANTOS**

**VITÓRIA DA CONQUISTA**  
**BAHIA – BRASIL**  
**2023**

**MATHEUS DIAS SANTOS**

**PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE MANDIOCA EM  
CONDIÇÃO DE CAMPO**

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 (a): Anselmo Eloy Silveira Viana

**VITÓRIA DA CONQUISTA**

**BAHIA – BRASIL**

**2023**

S236p

Santos, Matheus Dias.

Produção de miniestacas de mandioca em condição de campo. / Matheus Dias Santos, 2023.

103f.

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, 2023.

Inclui referência F. 99 – 103.

1. *Manihot esculenta* Crantz. 2. Miniestacas - Caracterização. 3. Cultura da mandioca. 4. Propagação – Limitações – Alternativas. 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: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890**

Bibliotecária UESB – Campus Vitória da Conquista -BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
Área de Concentração em Fitotecnia

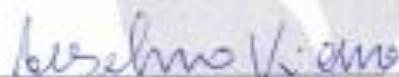
Campus de Vitória da Conquista, BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

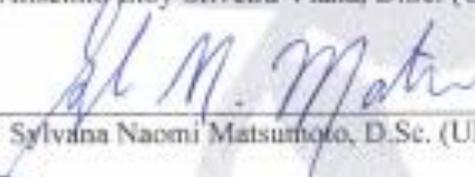
TÍTULO: PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE MANDIOCA EM CONDIÇÃO DE CAMPO

AUTOR (A): Matheus Dias Santos

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)



\_\_\_\_\_  
Sylvania Naomi Matsumoto, D.Sc. (UESB)



\_\_\_\_\_  
Herminio Souza Rocha, D.Sc. (EMBRAPA)

Data de realização: 29 de Setembro de 2023.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pelas oportunidades e forças concedidas para concluir mais uma etapa dessa jornada;

À minha família: meu pai José Mario; minha mãe Mariene; e meus irmãos Marina, Mariana, Marcelo, Maria Eduarda, Maria Luiza, Júlio César, Jean e Júlia, por serem a motivação para continuar essa caminhada;

Aos demais familiares, pessoas, professores e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui;

Ao professor Anselmo Eloy Silveira Viana, pela orientação, dedicação, apoio, conhecimento e ensinamentos transferidos e por todo o suporte durante o mestrado;

À professora Sylvana Naomi Matsumoto e a Hermínio Souza Rocha, pela experiência, suporte, conhecimentos passados e contribuições feitas na realização desta pesquisa;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB, pelo profissionalismo, apoio, auxílio, pela dedicação e pelos conhecimentos compartilhados;

A toda equipe do Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal: Fabrício, Mariana, colegas de Pós-Graduação; e Amanda, Daiana, Erik, Gabriela, Hayla, João Paulo e Juliana, alunos da Iniciação Científica, pela amizade e enorme contribuição na realização desta pesquisa;

A todos os colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB, pela amizade, conhecimentos compartilhados, apoio e auxílio em diversos momentos;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela formação concedida e por todo o suporte para realização desta pesquisa;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com esta pesquisa, oportunidade de crescimento e desenvolvimento profissional e pessoal.

**Muito Obrigado!**

## RESUMO

SANTOS, M. D. **Produção de miniestacas de mandioca em condição de campo.** Vitória da Conquista - BA, UESB, 2023. 103 p. (Dissertação: Mestrado em Agronomia; Área de Concentração: Fitotecnia)\*.

O elevado volume e a dificuldade de conservação do material de plantio da mandioca geram problemas para implantações de cultivos, sendo um dos fatores responsáveis por reduzir a produtividade da cultura. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção de miniestacas de mandioca em condições de campo, em diferentes densidades de plantio e épocas de coleta, e o desenvolvimento inicial de plantas de mandioca obtidas a partir dessas miniestacas, submetidas a diferentes períodos de armazenamento. O experimento foi realizado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, em duas etapas, sendo a primeira, em campo, destinada à produção das miniestacas, implantado em delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas; e a segunda, em câmaras de brotação, destinada à avaliação inicial das plantas oriundas dessas miniestacas, após períodos de armazenamento, onde foram feitos 4 ensaios em delineamento inteiramente casualizado, cada um composto por 3 tratamentos e 6 repetições. Na primeira etapa, foram utilizadas manivas-semente de 30 cm, plantadas em posição vertical, em área irrigada por gotejamento. As parcelas corresponderam às densidades de plantio de 200.000; 100.000; 66.667; 50.000 e 40.000 plantas por hectare e as subparcelas às diferentes épocas de coleta (180, 195, 210 e 225 dias após plantio), em 3 repetições. Foram avaliados o estande final, o desenvolvimento e produção das hastes, a produção de miniestacas e feita a caracterização das miniestacas. Na segunda etapa, as miniestacas, colhidas nas plantas com idade de 195 dias após plantio, foram agrupadas em 3 grupos, de acordo com o diâmetro (4-7 mm; 7-10 mm; e diâmetro superior a 10 mm), submetidas a quatro diferentes períodos de armazenamento (0, 8, 16 e 24 dias após coleta), realizado em caixa de papelão, à sombra, em temperatura ambiente e posterior plantio em câmaras de brotação. Aos 35 dias após plantio, foram colhidas raízes e parte aérea e avaliados o desenvolvimento e crescimento inicial. A densidade de plantio de 200.000 plantas por hectare permite obter maior quantidade de miniestacas. A melhor época de coleta de miniestacas é aos 195 dias após plantio. A presença da broca das hastes, no campo de produção, mostra-se como um entrave. Menores diâmetros e maiores períodos de armazenamento das miniestacas reduzem a viabilidade das miniestacas.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz; propagação; limitações; alternativas; miniestacas.

**\*Orientador:** Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana, UESB.

## ABSTRACT

SANTOS, M. D. **Production of cassava mini-stems in field condition.** Vitória da Conquista – BA, UESB, 2023. 103 p. (Dissertation: Master Science in Agronomy; Area of Concentration: Crop Science)\*.

The high volume and difficulty in conserving cassava planting material create problems for crop implementation, being one of the factors responsible for reducing crop productivity. This study was carried out with the objective of evaluating the production of cassava mini-stems under field conditions, at different planting densities and collecting periods, and the initial development of cassava plants obtained from these mini-stems subjected to different periods of storage. The experiment was carried out at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Vitória da Conquista, in two stages, the first being in the field, intended for the production of mini-stems, implemented in a randomized block design in a split-plot scheme; the second, in budding chambers, intended for the initial evaluation of the plants originated from these mini-stems after periods of storage, where 4 trials were carried out in a completely randomized design, each one consisting of 3 treatments and 6 replications. In the first stage, 0,3 m stems were used, planted in a vertical position in a drip-irrigated area. The plots corresponded to planting densities of 200.000; 100.000; 66.667; 50.000 and 40.000 plants per hectare and subplots at different collection times (180, 195, 210 and 225 days after planting), in 3 replications. The final stand, the development and production of the stems, the production of mini-stems, and the characterization of the mini-stems were performed. In the second stage, mini-stems harvested from plants aged 195 days after planting were grouped into 3 groups according to diameter (4-7 mm; 7-10 mm; and diameter greater than 10 mm), subjected to four different periods of storage (0, 8, 16 and 24 days after collecting) stored in a cardboard box, in the shade and at room temperature and subsequent planting in budding chambers. At 35 days after planting, roots and shoots were harvested and development and initial growth were evaluated. The planting density of 200.000 plants per hectare allows for a greater number of mini-stems. The best time to collect mini-stems is 195 days after planting. The presence of the stem borer in the production field is an obstacle. Smaller diameters and longer periods of storage of the mini-stems reduce the viability of the mini-stems.

**Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz; propagation; limitations; alternatives; mini-stems

\***Advisor:** Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana, UESB.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Médias mensais de temperaturas máxima, mínima e média no período de janeiro a dezembro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023. ....27
- Figura 2 – Precipitação pluviométrica total mensal e média mensal de umidade relativa do ar no período de janeiro a dezembro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023. ....27
- Figura 3 – Haste de mandioca para produção das miniestacas (A); obtenção de uma miniestaca de 13 cm da porção basal da haste de mandioca (B); Obtenção de duas miniestacas de 13 cm cada, uma à porção basal e outra à porção mediana de haste mandioca (C). Seta azul indica a miniestaca obtida, linha vermelha indica local de corte. ....31
- Figura 4 – Comprimento das hastes de mandioca para produção de miniestacas em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....38
- Figura 5 – Comprimento das hastes de mandioca para produção de miniestacas em função das densidades de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....40
- Figura 6 – Comprimento da haste descartada de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....42
- Figura 7 – Diâmetro da haste descartada de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....43
- Figura 8 – Diâmetro da haste descartada de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....44
- Figura 9 – Área foliar média das hastes de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....45
- Figura 10 – Área foliar média das hastes de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....46
- Figura 11 – Estande final de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....49
- Figura 12 – Número de hastes por hectare para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....51
- Figura 13 – Número de hastes úteis por hectare para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....53
- Figura 14 – Número de miniestacas à porção basal por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....54

Figura 15 – Número total de miniestacas por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	55
Figura 16 – Número de cicatrizes foliares na miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	58
Figura 17 – Volume em cm <sup>3</sup> de 3 miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	59
Figura 18 – Diâmetro à base da miniestaca em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	62
Figura 19 – Diâmetro da medula da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	63
Figura 20 – Relação diâmetro da medula/diâmetro da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	64
Figura 21 – Relação diâmetro da medula/diâmetro da miniestaca em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	65
Figura 22 – Massa fresca da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	66
Figura 23 – Massa seca da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	67
Figura 24 – Massa seca da miniestaca em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	68
Figura 25 – Teor de massa seca da miniestaca em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022. ....	69
Figura 26 – Índice BAD para monitoramento e controle da broca-das-hastes no período de maio a outubro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023. ....	70
Figura 27 – Esquema da disposição das parcelas na área do experimento – croqui (D1, D2, D3, D4, e D5 correspondem, respectivamente, às densidades de 200.000, 100.000, 66.667, 50.000, e 40.000 plantas por hectare); e mapa IDW para o total de brocas das hastes por armadilha, coletadas no período de maio a outubro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023. ....	72

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resultado da análise química de Solo da área de implantação do experimento para produção de miniestacas com plantio das manivas-semente em posição vertical, coleta realizada em outubro de 2021, Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....29
- Tabela 2 – Resultado da análise física de solo da área de implantação do experimento para produção de miniestacas com plantio das manivas-semente em posição vertical, coleta realizada em outubro de 2021, Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....29
- Tabela 3 – Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação de parcelas e para subparcelas para comprimento das hastes (CH), comprimento e diâmetro da haste descartada (CHD) e (DHD), respectivamente, e área foliar (AF), avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....37
- Tabela 4 – Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para estande final (EF), número de hastes por maniva-semente (NHMan), e número de hastes por hectare (NH), avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....48
- Tabela 5 – Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para número de hastes úteis por hectare (NHU), número de miniestacas à porção basal por hectare (NM), e número total de miniestacas por hectare (NTM), avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....52
- Tabela 6 – Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para número de cicatrizes foliares (NCF), distância entre cicatrizes foliares (DCF) e volume (V) das miniestacas avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....57
- Tabela 7 – Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para diâmetro (D), diâmetro da medula (DMM) e relação diâmetro da medula e diâmetro da miniestaca (RDMD) avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....61
- Tabela 8 – Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para massa fresca (MF), massa seca (MS) e teor da massa seca (TMS) avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....65
- Tabela 9 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do número de cicatrizes foliares (NCF) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....73
- Tabela 10 – Número de cicatrizes foliares (NCF) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....73

Tabela 11 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do peso inicial (PI) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta, realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	74
Tabela 12 – Peso inicial (PI), em gramas, das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	75
Tabela 13 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do peso ao plantio (PP) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	75
Tabela 14 – Peso ao plantio (PP), em gramas, das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	76
Tabela 15 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da perda de umidade (PU) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 3 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	77
Tabela 16 – Perda de umidade (PU), em percentagem, das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	77
Tabela 17 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação para percentagem de brotação (PB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	78
Tabela 18 – Percentagem de brotação (PB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	79
Tabela 19 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do número de brotações (NB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	80
Tabela 20 – Número de brotações (NB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	81
Tabela 21 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da área foliar total (AFT) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	83

Tabela 22 – Área foliar total (AFT), em cm <sup>2</sup> , das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	83
Tabela 23 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do número de folhas (NF) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	84
Tabela 24 – Número de folhas (NF) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	85
Tabela 25 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da área foliar específica (AFE) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	85
Tabela 26 – Área foliar específica (AFE), em cm <sup>2</sup> , das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	86
Tabela 27 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da altura média das brotações (AMB) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022. ....	87
Tabela 28 – Altura média das brotações (AMB), em cm, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	88
Tabela 29 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do diâmetro médio do caule (DM), em mm, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	88
Tabela 30 – Diâmetro médio do caule (DM), em mm, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	89
Tabela 31 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa fresca da parte aérea (MFPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca, obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	90
Tabela 32 – Massa fresca da parte aérea (MFPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	90
Tabela 33 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca	

obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	91
Tabela 34 – Massa seca da parte aérea (MSPA), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	92
Tabela 35 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa fresca média da parte aérea (MFMPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	93
Tabela 36 – Massa fresca média da parte aérea (MFMPA), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	93
Tabela 37 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa seca média da parte aérea (MSMPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	94
Tabela 38 – Massa seca média da parte aérea (MSMPA), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	95
Tabela 39 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa fresca de raízes (MFR) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	96
Tabela 40 – Massa fresca de raízes (MFR), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	96
Tabela 41 – Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa seca de raízes (MSR) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	97
Tabela 42 – Massa seca de raízes (MSR), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AF	área foliar (cm <sup>2</sup> )
AFE	área foliar específica (cm <sup>2</sup> )
AFT	área foliar total (cm <sup>2</sup> )
AMB	altura média das brotações (cm)
CH	comprimento das hastes (cm)
CHD	comprimento da haste descartada (cm)
D	diâmetro da miniestaca (mm)
DCF	distância entre cicatrizes foliares (mm)
DHD	diâmetro da haste descartada (mm)
DM	diâmetro médio do caule (mm)
DMM	diâmetro da medula da miniestaca (mm)
EF	estande final
MF	massa fresca (g)
MFMPA	massa fresca média da parte aérea (g)
MFPA	massa fresca da parte aérea (g)
MFR	massa fresca de raízes (g)
MS	massa seca (g)
MSMPA	massa seca média da parte aérea (g)
MSPA	massa seca da parte aérea (g)
MSR	massa seca de raízes (g)
NB	número de brotações
NCF	número de cicatrizes foliares
NF	número de folhas
NH	número de hastes por hectare
NHMan	número de hastes por maniva-semente
NHU	número de hastes úteis por hectare
NM	número de miniestacas na porção basal por hectare
NTM	número total de miniestacas por hectare
PB	percentagem de brotação das miniestacas (%)
PI	peso inicial (g)
PP	peso ao plantio (g)
PU	perda de umidade (%)
RDMM/D	relação diâmetro da medula / diâmetro da miniestaca (%)
TMS	teor da massa seca (%)
V	volume (cm <sup>3</sup> )

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
2.1 Origem, importância socioeconômica e distribuição da cultura da mandioca .....	17
2.2 Problemas enfrentados pela cultura e seus impactos .....	19
2.3 Propagação da espécie .....	21
2.4 Alternativas para aumento da taxa de multiplicação, da qualidade fitossanitária e melhora da logística de difusão de material .....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3.1 Dados climáticos da região .....	26
3.2 Etapa 1 .....	28
3.2.1 Características referentes à produção das miniestacas .....	31
3.2.2 Caracterização morfológica das miniestacas (7–10 mm) .....	32
3.3 Etapa 2 .....	33
3.3.1 Caracterização das miniestacas para plantio .....	33
3.3.2 Caracterização das plantas obtidas a partir das miniestacas .....	35
3.4 Análises estatísticas .....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
4.1 Etapa 1 .....	36
4.1.1 Características referentes à produção das miniestacas .....	37
4.1.2 Caracterização morfológica das miniestacas (7-10 mm) .....	57
4.2 Índice BAD e dispersão da broca das hastes .....	70
4.3 Etapa 2 .....	72
4.3.1 Caracterização das miniestacas para plantio .....	73
4.3.2 Caracterização das plantas obtidas das miniestacas .....	78
5 CONCLUSÕES .....	100
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	101

## 1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), planta pertencente à família Euphorbiaceae, é conhecida com os nomes populares de mandioca, macaxeira, aipim, dentre outros. É originária da América do Sul, sendo o Brasil considerado o país de origem. A cultura apresenta elevada importância socioeconômica no Brasil e no mundo, tendo seu cultivo distribuído em diversos países ao longo da zona tropical, entre as latitudes 30° Norte e Sul, e seus produtos e derivados são consumidos nos mais diversos países (Fialho e Vieira, 2011; André e Santos, 2012; FAO, 2014; Campos et al., 2021; Felipe, 2021).

Devido à sua multiplicidade de usos, serve como base alimentar em países em desenvolvimento, tendo seu cultivo caracterizado como de subsistência. Além disso, é cultivada em maior escala e com maiores níveis de tecnificação atendendo, também, aos fins industriais e energéticos em países desenvolvidos. A mandioca pode ser consumida “*in natura*” (variedades mansas), ou processada em seus mais diversos produtos, atendendo às necessidades alimentares humanas, industriais, bem como pode ser empregada na alimentação animal (André e Santos, 2012; Aquiles, 2014; Moreira et al., 2014; Felipe, 2021; Tinini et al., 2021).

Dentre os problemas que a cultura apresenta, estão a sua baixa taxa de multiplicação, o que afeta a disponibilidade de material propagativo em quantidade e de qualidade na época de plantio, e, associada a outros fatores, como o manejo feito pelos produtores, levam à redução da produtividade da cultura. O grande volume de manivas-mente necessário para plantio, na sua forma convencional, dificulta a logística para transporte e armazenamento, sendo um entrave para permitir o acesso ao material de propagação proveniente de programas de melhoramento genético, e/ou com melhores características fitossanitárias (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Neves et al., 2020; Campos et al., 2021).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos por instituições de pesquisa, a fim de aumentar a taxa de propagação da mandioca e melhorar sua qualidade fitossanitária, bem como favorecer a difusão de material, já apresentando bons resultados, a exemplo da cultura de tecidos, da técnica de propagação rápida, da produção de miniestacas. No entanto, por vezes, requerem um certo grau de investimento e nível de instrução que podem não estar acessíveis a todos os produtores (Souza et al., 2008; Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Rocha et al., 2021; Neves et al., 2020; Campos et al., 2021).

Dessa maneira, é importante buscar formas de facilitar a obtenção e difusão de material de plantio, permitindo simplificar técnicas em uso, tornando-as mais práticas, menos onerosas e mais acessíveis, beneficiando tanto os setores da sociedade com maior instrução, pela redução de custos, bem como o pequeno produtor, pela apresentação de técnicas mais simplificadas.

Assim, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção de miniestacas de mandioca em condições de campo, e o desenvolvimento inicial de plantas de mandioca obtidas a partir dessas miniestacas, submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Origem, importância socioeconômica e distribuição da cultura da mandioca**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), planta pertencente à família Euphorbiaceae, é conhecida com os nomes populares de mandioca, macaxeira, aipim, dentre outros. É originária do Brasil e constitui um dos principais alimentos energéticos para mais de 700 milhões de pessoas pelo mundo, principalmente nos países com populações com risco social, além de atender tendências da economia global (Fialho e Vieira, 2011; FAO, 2014; Campos et al., 2021).

Mais de 100 países produzem e consomem mandioca e ou seus derivados, sendo a terceira fonte de calorias mais importante nos trópicos, depois do arroz e do milho. A produção mundial da raiz, em 2019, chegou a 315 milhões de toneladas, aumento de 79% comparado com o ano de 2000. No ano de 2021, o Brasil se colocava como o quinto maior produtor mundial em produção de raízes (18 milhões de toneladas), seguido da Indonésia (17,7 milhões de toneladas); a Nigéria ocupava o primeiro lugar (63 milhões de toneladas), seguida da República Democrática do Congo (45,6 milhões de toneladas), da Tailândia (30,1 milhões de toneladas) e de Gana (22,6 milhões de toneladas) (Fialho e Vieira, 2011; Aquiles, 2014; Embrapa, 2021; FAO, 2021; Tinini, 2021; FAO, 2022).

De acordo com Prasara-A e Gheewala (2021), a cultura da mandioca juntamente com a cultura da cana de açúcar constituem-se nas principais culturas agrícolas de maior importância econômica na Tailândia. Estudo realizado por esses autores, buscando analisar o papel social dessas culturas e de seus produtos, visando ajudar na tomada de

decisões quanto a uma produção agrícola sustentável e consumo dos mesmos, constataram que ambas as culturas apresentaram um nível considerado como muito bom em relação aos critérios analisados, mas destacaram que o impacto social da cultura da mandioca foi ainda superior, mostrando a importância e papel que a cultura apresenta.

A mandioca é a quarta mais importante fonte de calorias na África, para alguns países no continente. Aproximadamente 25% do consumo diário de calorias é obtido pelo consumo da raiz. Apesar da mandioca há muito tempo ter sido considerada um alimento de subsistência, para a maioria dos países na África, ela vem crescendo consideravelmente como cultura comercial (Moreno-Cadena et al., 2021).

A mandioca é também a principal fonte de amido, com elevadas taxas de industrialização em países como Brasil e Paraguai, na América do Sul; e Vietnã e Tailândia, na Ásia, os quais têm exportado grandes quantidades para países na Europa, que tem sinalizado buscar outras fontes de amido além da batata, bem como novos fornecedores (Felipe, 2021; Moreno-Cadena et al., 2021).

O Brasil, apesar de produzir elevada quantidade de fécula, tem a ociosidade na indústria como um gargalo, uma vez que a capacidade instalada permitiria produzir, pelo menos, três vezes mais, o que compromete a competitividade dos amidos (Felipe, 2021).

De acordo com os dados da produção agropecuária apresentados pelo IBGE (2021), para o valor da produção no ano de 2021, a mandioca é uma das 10 principais culturas agrícolas do Brasil, com valor de produção de R\$ 12.702.124 mil reais, superando a cultura da laranja (R\$ 12.534.709 mil reais), do trigo (R\$ 10.998.648 mil reais) e da banana (R\$ 9.998.070 mil reais).

A mandioca destaca-se pela sua rusticidade e grande capacidade de adaptação a condições desfavoráveis de clima e solo, além de sua multiplicidade de usos, seja para consumo humano, animal ou industrial. A cultura se adapta bem ao clima dentro das latitudes de 30° Norte e Sul, apesar de seu cultivo estar concentrado entre as latitudes 15° Norte e Sul (André e Santos, 2012; Aquiles, 2014; Moreira et al., 2014; Onasanya et al., 2021; Tinini et al., 2021).

As variedades de mandioca de mesa, também chamadas de macaxeira ou aipim, são destinadas à alimentação humana, cujas raízes das boas variedades de mesa devem apresentar: baixo teor de ácido cianídrico (HCN) que deve ser menor que 100 ppm em raízes frescas, sabor e coloração da polpa apreciados pelos consumidores, pequeno tempo de cozimento, poucas fibras, uniformes e com tamanho comercial e boa qualidade da massa cozida (Fialho e Vieira, 2011; Aquiles, 2014; Embrapa, 2021; Onasanya et al.,

2021).

As variedades com teores superiores de ácido cianídrico (acima de 100 ppm) são consideradas do tipo indústria (bravas), e empregadas no processamento para produção de farinha e fécula, destinadas à alimentação humana, sendo que a fécula é também utilizada na produção de colas e embalagens, e nas indústrias alimentícia, farmacêutica, de mineração, petroleira e têxtil. Subprodutos da mandioca podem ser utilizados na alimentação animal (André e Santos, 2012; Aquiles, 2014; Embrapa, 2021; Tinini et al., 2021).

É cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os mais importantes produtos agrícolas do país, tanto em termos de área cultivada quanto em valor de produção. No entanto, apesar de possuir um quadro relativamente estável em relação ao plantio, vem tendo seu cultivo reduzido, principalmente na região Nordeste (Moreira et al., 2014; Embrapa, 2018).

De acordo com dados da Embrapa, na década de 1990, a região possuía mais de 50% da área cultivada de mandioca do país e, em 2017, atingiu pouco mais de 37%. Mas ainda é a segunda maior região produtora de mandioca e, juntamente com a região Norte, detêm mais de 60% da produção nacional, mesmo apresentando produtividades abaixo da média do país (Moreira et al., 2014; Embrapa, 2018).

## **2.2 Problemas enfrentados pela cultura e seus impactos**

Dentre os problemas enfrentados pela cultura e que influenciam na produtividade, estão a sua baixa taxa de multiplicação, problemas fitossanitários, volume elevado do material de plantio que, associados à sua forma de propagação, ao manejo dado pelos agricultores e às dificuldades para contornar tais situações, agravam esse cenário.

Uma característica intrínseca da cultura é a sua de baixa taxa de propagação, constituindo obstáculo a sua propagação em larga escala. Uma planta de mandioca, no sistema tradicional, pode produzir de 5 a 10 manivas de 20 cm de comprimento, correspondendo a uma taxa de multiplicação de 1:5 a 1:10, em um período de 12 meses (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Aquiles et al., 2021; Da Silva, 2021).

Culturas como feijão, soja, arroz e milho atingem taxas de multiplicação de 1:225, 1:600, 1:1600, e 1:22500, respetivamente. Nesse sistema, as manivas-semente devem conter de cinco a sete cicatrizes foliares (gemas), apresentar entre 20 e 30 mm de

diâmetro, e a medula deve ocupar 50% ou menos do diâmetro da maniva (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Aquiles et al., 2021; Da Silva, 2021).

Outro fator que se soma a esse é a dificuldade para se obter manivas-semente de qualidade, quando do plantio. Como a colheita das raízes se dá geralmente no período seco e as hastes serão destinadas à produção de manivas-semente, somente no período das chuvas, a baixa capacidade de armazenamento, por vezes, associada à falta de cuidados do produtor, reduz a qualidade desse material, afetando a brotação e a produtividade da lavoura, uma vez que a qualidade da maniva está diretamente relacionada ao seu valor nutricional e capacidade propagativa. Esse problema é agravado ainda mais nas regiões semiáridas (Santos et al., 2009; Campos et al., 2021).

Pode-se acrescentar, ainda, que, em anos agrícolas, quando o período seco é mais prolongado, além de as manivas não resistirem ao longo período de estiagem, na falta de alternativas, os agricultores utilizam as manivas para alimentar os animais, dessa forma, no período chuvoso, falta material de plantio, e o que é plantado não apresenta boa qualidade, resultando em baixas produtividades da lavoura (Santos et al., 2009).

O peso e o volume elevados das manivas também contribuem para dificultar a manipulação e o transporte de um determinado clone de mandioca, tornando difícil a circulação desse material, dificultando, por exemplo, a obtenção de variedades melhoradas ou com melhor qualidade fitossanitária; e o produtor acaba não tendo muita opção. São necessários cerca de 4 a 6 m<sup>3</sup> de ramas para o plantio de 1 hectare de mandioca, enquanto para a cultura do milho, por exemplo, seriam necessários 0,03 m<sup>3</sup> (20 kg) (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Da Silva, 2021).

Onasanya et al. (2021) relatam que, apesar da crescente importância da cultura da mandioca na Nigéria, tanto como fonte alimentar quanto como para fins industriais, a produtividade é baixa, devido à fertilidade pobre do solo, e também porque os produtores não utilizam germoplasmas melhorados, material de plantio limpo ou práticas agrícolas aperfeiçoadas.

Ikuemonisan et al. (2020), em seu trabalho sobre a produção de mandioca na Nigéria, entre os anos de 1970 e 2018, avaliando as tendências, instabilidades e fazendo análises decompostas de alguns aspectos agrícolas, fornecem informações que corroboram o que foi citado, mostrando que a elevada produção no país se deve à elevada expansão de área, enquanto que não se dá a devida atenção à qualidade genética, ao material de plantio e às práticas agrícolas adotadas no país, revelando que, para se aumentar de forma sustentável a produção de mandioca na Nigéria, é necessário o plantio

de manivas-semente de material com elevada produtividade, ao invés de somente aumentar a área cultivada.

### **2.3 Propagação da espécie**

A mandioca é propagada tipicamente de forma agâmica ou assexuada, por partes da haste ou rama, conhecidas por manivas-semente, especialmente nos plantios comerciais. A cultura também pode se propagar por sementes sob condições naturais e, também, em hibridizações artificiais em programas de melhoramento. No entanto, as plantas originadas de sementes apresentam um número negativo de características, como crescimento lento em campo, menor tamanho e menor vigor, quando comparada às plantas derivadas de propagação clonal (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Neves et al., 2020; Campos et al., 2021).

A propagação vegetativa pode resultar em uma baixa taxa de multiplicação, no sistema tradicional, na faixa de 1:5 a 1:10. Como consequência, a substituição de variedades locais por variedades melhoradas, com melhor produtividade e resistência a doenças, continua sendo uma preocupação. Além disso, o rápido estabelecimento de grandes áreas agrícolas para exploração comercial não é fácil e demanda tempo (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Neves et al., 2020; Aquiles et al., 2021; Campos et al., 2021).

A propagação via sementes é interessante do ponto de vista do melhoramento genético, já a propagação vegetativa facilita a fixação de genótipos. A seleção e preparo do material de plantio são fatores fundamentais para que a cultura apresente um desenvolvimento satisfatório, devendo ser observados fatores agronômicos e fitossanitários (Aquiles, 2014).

Dentre os fatores agronômicos, estaria a escolha da variedade, que deve ser feita de acordo com o objetivo da exploração e adaptada às condições ambientais da região. Já com relação aos fatores fitossanitários, é necessária a utilização de material sadio, livre de pragas e doenças, já que a propagação de patógenos é maior nas culturas propagadas vegetativamente (Aquiles, 2014).

A disponibilidade de manivas-sementes de boa qualidade, muitas vezes, é dificultada, devido à baixa capacidade de armazenamento por longos períodos. As ramas de mandioca não suportam baixas temperaturas em câmaras frias, sendo armazenadas em condições de temperatura ambiente; e perdem a sua viabilidade, quando armazenadas por períodos superiores a 90 dias (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Campos et al., 2021).

Outra limitação que tem sido observada em plantios sucessivos é a redução da qualidade fisiológica das manivas-sementes em razão do envelhecimento fisiológico provocado pela constante multiplicação. Além disso, muitas doenças, principalmente as de natureza sistêmicas, podem ser transmitidas por meio de sucessivas gerações, tais como os vírus, a bacteriose e doenças fúngicas, afetando o estabelecimento da cultura e sua produtividade (Santos et al., 2009; Aquiles, 2014; Campos et al., 2021).

#### **2.4 Alternativas para aumento da taxa de multiplicação, da qualidade fitossanitária e melhora da logística de difusão de material**

De acordo com Aquiles (2014), o cultivo *in vitro* de meristemas pode ser utilizado para aumentar a taxa de propagação da cultura e limpar plantas infestadas principalmente por vírus e bactérias, em espaços físicos reduzidos e período curto. Os materiais de propagação, obtidos após o cultivo meristemático, podem ter aumento de produtividade de 70 a 320%, sendo esse percentual reduzido ao longo de plantios sucessivos. O autor cita que, utilizando a técnica de cultivo *in vitro* de meristemas, foi possível obter uma média de cerca de 230 plantas por matriz de mandioca.

Alguns fatores podem influenciar a micropropagação *in vitro* como: temperatura, umidade relativa, fotoperíodo, intensidade luminosa e fatores relacionados ao crescimento e desenvolvimento vegetativo, dependentes das condições do meio de cultivo e da aplicação de fitorreguladores, aspectos que, associados à exigência de mão de obra especializada, elevam os custos, sendo esta a principal desvantagem da técnica, apesar das vantagens oferecidas (Souza et al., 2008; Aquiles, 2014; Neves et al., 2020).

A utilização da cultura de tecidos é bastante útil, quando se busca fazer a limpeza clonal, permitindo que o material se mantenha com elevado vigor por mais de 4 ciclos, sendo muito utilizada em países como Venezuela, Cuba e China (Campos et al., 2021), contudo, devido aos altos custos, o desenvolvimento de técnicas alternativas, principalmente quando se busca apenas elevar a taxa de multiplicação, é sempre necessário.

O processo de multiplicação rápida pode ser utilizado como uma ferramenta importante e estratégica, principalmente quando se quer fazer introdução de novas variedades ou para fornecer mudas em casos de falta de manivas, fato este muito frequente no semiárido nordestino. É uma técnica que busca solucionar os problemas citados

anteriormente, foi desenvolvida pelo CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), localizado em Cali, na Colômbia, e caracteriza-se por ser um método simples e relativamente barato com objetivo de aumentar o fator de multiplicação por planta por ano (Aquiles, 2014; Campos et al., 2021).

O sistema de propagação rápida de mandioca consiste na indução de enraizamento de estacas caulinares, com duas cicatrizes foliares (gemas), para produção de brotos herbáceos, e posterior enraizamento dos mesmos, utilizando-se de estruturas como câmara de propagação, câmara de enraizamento, que requerem certo grau de instrução dos envolvidos (Aquiles, 2014).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos, no Brasil, utilizando-se o método de propagação rápida, sendo obtidas taxas de propagação maior que pelo método tradicional. O método de multiplicação rápida pode ser utilizado para propagar as primeiras plantas obtidas por cultivo de tecido, proporcionando mais mudas por planta, além de ser uma alternativa viável, quando há necessidade de introdução de novos acessos ou disponibilizar mudas em caso de escassez de manivas-sementes (Aquiles, 2014).

Outra técnica com princípio similar foi desenvolvida por Neves et al. (2020), no entanto, buscou enraizar gemas das axilas foliares já em substrato, testando a influência de cinco diferentes idades da planta-mãe e três diferentes posições das gemas em relação à haste. Foi possível aumentar a taxa de propagação em relação ao sistema tradicional, sendo recomendado utilizar plantas-mãe, com idade superior a seis meses após o plantio, e gemas axilares da parte superior, em virtude do maior vigor das plântulas geradas.

Devido aos resultados obtidos, Neves et al. (2020) apontaram a necessidade da realização de novos trabalhos para se conhecer a influência de agroquímicos, uma vez que estes pareceram contribuir no enraizamento e no aumento do crescimento das plântulas obtidas de gemas mais herbáceas de plantas-mãe mais jovens.

Observações como essas deram origem a uma nova possibilidade para melhorar a taxa de multiplicação da mandioca e facilitar os processos de logística para transferência de material de plantio melhorado. Devido à propagação rápida, e o descarte de parte aérea que era submetido à poda, surgiu a possibilidade de utilização das mesmas como material propagativo, dando início, então, aos testes com miniestacas de mandioca (Rocha et al., 2021).

As miniestacas de mandioca, hastes lignificadas com dimensões de 13 a 17 cm de comprimento e de 3 a 10 mm de diâmetro, podem ser obtidas por mudas micropropagadas em fase de aclimação; mudas produzidas pela técnica de multiplicação rápida; e a partir

de plantas de campo, por meio da indução do estiolamento e utilização das partes mais lenhosas, sendo esta última uma técnica mais barata, mas que pode exigir condições específicas de manejo e condução (Rocha et al., 2021).

Essa nova técnica, que vem sendo aprimorada, busca ajudar a contornar os problemas enfrentados com o material de propagação de mandioca, os quais já foram citados, como: baixa taxa de multiplicação; elevado volume e peso, o que dificulta a logística para transporte, e caso ocorra, ainda leva a danos que reduzem a qualidade fisiológica do material. A ideia é contribuir com fornecimento de material de plantio na época certa, e favorecer a obtenção de material propagativo melhorado, bem como a logística de transporte e de armazenamento, sem que leve a perdas na qualidade do material (Rocha et al., 2021).

Como mencionado, visando contornar esses problemas, diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas e utilizadas, como a cultura de tecidos, a técnica da propagação rápida de mandioca, o uso de miniestacas, e adaptações nessas metodologias, dentre outros, fornecendo resultados capazes de aumentar a taxa de multiplicação de mandioca de 10 a 60 vezes, acelerar difusão de materiais melhorados, bem como facilitar o transporte entre diferentes localidades. No entanto, essas técnicas ainda apresentam certas limitações, como custo elevado, ou requerem certo grau de instrução, ou maior poder de capital, não estando acessíveis a todos os produtores (Aquiles, 2014; Rocha et al., 2021).

O estiolamento das plantas é obtido com o controle do adensamento das plantas matrizes. Adensamento elevado pode levar a estiolamento excessivo e acamamento das hastes, um adensamento adequado permite a obtenção de boa parte das hastes nos padrões adequados. Em condições de casa de vegetação e câmaras de brotação, as coletas das hastes para produção das miniestacas são realizadas em torno dos 120 dias, após plantio e podas sucessivas. Em condições de campo, o adensamento indicado é de 0,2 m entre plantas na linha e de 0,5 m entre linhas de plantio; a época de coleta varia de 6 a 7 meses para primeira coleta e de 8 a 9 meses para segunda coleta, e seria dependente do manejo dado e condições do ambiente de cultivo (Rocha et al., 2021).

As miniestacas constituiriam, então, uma forma alternativa de obtenção de material de plantio com maior facilidade para transporte, apresentando viabilidade de 15 a 25 dias após coleta. Outra vantagem da utilização das miniestacas é a possibilidade de colheita das raízes após plantio e cultivo das plantas oriundas desse material propagativo, uma vez que as plantas originadas das mesmas apresentam desenvolvimento radicular normal (Rocha et al., 2021).

Trabalhos com ideia similar foram desenvolvidos para a cana-de-açúcar cuja propagação comercial também se dá, majoritariamente, por multiplicação assexuada, pela utilização de colmos como material de plantio, o que também leva a uma necessidade de uso de grande volume de material de plantio, dificultando os tratamentos culturais nos viveiros primários, o controle de pragas e doenças, o tratamento fitossanitário, deslocamento de material de plantio, obtenção e difusão de novas variedades e clones etc. (Zera et al., 2016).

Para plantio de 1 ha de canavial, são utilizados de 4 a 18 toneladas de colmos de cana-de-açúcar. Foram então desenvolvidas técnicas para redução do material de plantio, dentre elas, a redução para pedaços de colmos com apenas uma gema, apresentando até 70% de germinação, quando submetidos a tratamento químico; a utilização de mudas pré-brotadas e o desenvolvimento de sementes artificiais. Tais tecnologias permitiram a redução para 1 tonelada de material de plantio para implantação de 1 ha de canaviais, além da diminuição dos custos, redução das operações e mão de obra (Zera et al., 2016; Nalawade, et al., 2017; Hasner et al., 2019).

Dessa forma, para que se tenha aumento da produtividade da mandiocultura, faz-se necessário que se facilite a logística, e que se aumente a disponibilidade, para os agricultores, de manivas em quantidade e qualidade genética e fitossanitárias adequadas, quando da época de plantio. As miniestacas de mandioca surgiram como uma das soluções para isso.

Assim, buscou-se investigar a produção de miniestacas por meio de manivas-semente plantadas em posição vertical, em sistema irrigado, em condições de campo em região semiárida; e o desenvolvimento inicial de plantas de mandioca obtidas dessas miniestacas, a fim de permitir simplificar técnicas em uso, tornando-as mais práticas, menos onerosas e mais acessíveis, e gerar informações para aperfeiçoamento da técnica.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em duas etapas, em área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Vitória da Conquista, Bahia. Nas coordenadas 14°53' Latitude Sul e 40°48' Longitude Oeste, com altitude média de 875 metros teve início em fevereiro de 2022 e a última coleta em novembro de 2022.

A primeira etapa constituiu-se da implantação do experimento para avaliação da produção das miniestacas em condição de campo. O plantio foi feito em 27 de fevereiro de 2022, com coletas de miniestacas aos 180, 195, 210 e 225 dias após plantio; e a última coleta de miniestacas se deu em novembro de 2022.

Inicialmente planejou-se coletas mensais, iniciadas aos 180 dias após plantio. No entanto, devido ao diâmetro das hastes ir avançando, principalmente nas menores densidades de plantio, superando o que era recomendado para produção das miniestacas, optou-se por reduzir o intervalo entre as coletas para coletas quinzenais.

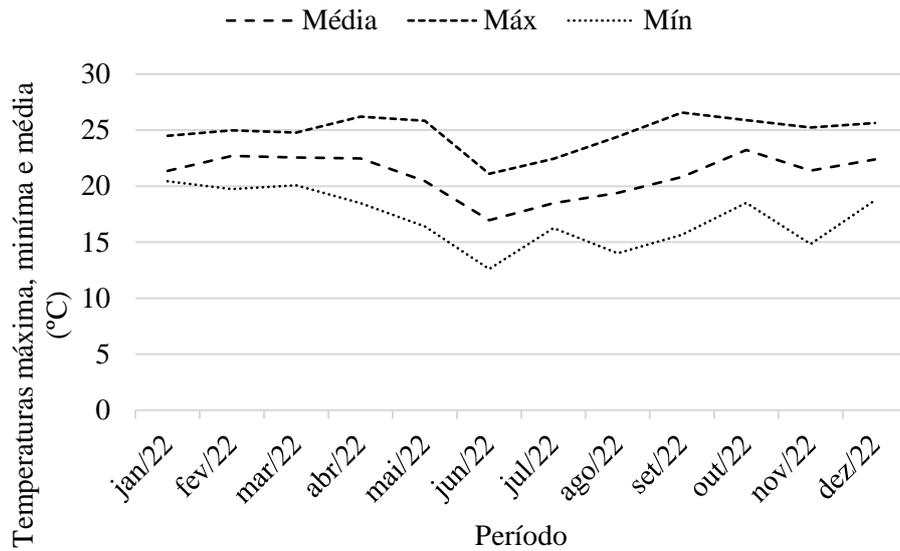
A segunda etapa consistiu no plantio das miniestacas com avaliação do seu desenvolvimento inicial, realizado em câmaras de brotação. O material foi obtido na segunda coleta de miniestacas, realizada aos 195 dias após plantio, na metade do mês de setembro, em virtude da maior quantidade de miniestacas obtidas para as avaliações. Foram realizados quatro ensaios, o último ensaio foi colhido para avaliação em novembro de 2022.

O clima da região é classificado como tropical de altitude (Cwa), conforme classificação de Köppen, com precipitação média de 733,9 mm ao ano, com período chuvoso concentrando-se em novembro a janeiro, e temperatura média anual de 20,2° C (SEI, 2013).

Para melhor caracterização do ambiente experimental, foram obtidos, junto à Esmet (Estação Meteorológica da UESB), os dados climáticos de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica mensais da região, referente aos meses de janeiro de 2022 a dezembro de 2022, período de condução do experimento em campo.

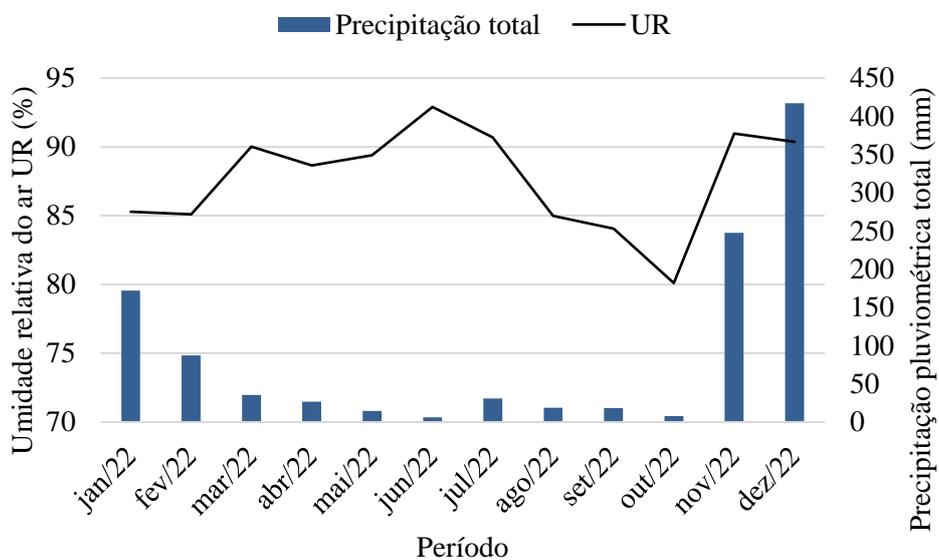
### **3.1 Dados climáticos da região**

Os dados climáticos da região, coletados no período de condução do experimento, referentes às temperaturas máxima, mínima e média mensais, estão apresentados na Figura 1. Já os dados de precipitação pluviométrica total e umidade relativa do ar mensais, na Figura 2.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2022).

**Figura 1:** Médias mensais de temperaturas máxima, mínima e média no período de janeiro a dezembro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2022).

**Figura 2:** Precipitação pluviométrica total mensal e média mensal de umidade relativa do ar no período de janeiro a dezembro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023.

### 3.2 Etapa 1

O material de plantio foi oriundo da variedade Sergipe. Estudo realizado sobre os sistemas de produção de mandioca, em treze municípios da região Sudoeste da Bahia, constatou que a variedade Sergipe, do tipo indústria/brava, é uma das variedades de mandioca mais cultivada pelos produtores de mandioca, evidenciando a adaptação à região e a preferência por parte dos produtores por essa variedade. No entanto, a variedade vem apresentando redução do vigor, devido aos sucessivos cultivos e ao manejo dado pelos agricultores, muitas vezes, inadequado (Carvalho et al., 2009; Moreira et al., 2014; Moreira et al., 2017).

As ramas de mandioca foram obtidas junto à Fecularia Conquista. Foram utilizadas manivas-semente com 30 cm de comprimento, cortadas com auxílio de serra, obtidas do terço médio de plantas sadias, com idade aproximada de 18 meses, sendo essas plantadas em posição vertical, com gemas voltadas para cima.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições. Adotou-se o arranjo experimental em parcelas subdivididas.

O tratamento principal foi formado por cinco densidades de plantio (200.000; 100.000; 66.667; 50.000; e 40.000 plantas por hectare), as quais foram obtidas utilizando-se os espaçamentos de 0,1 m, 0,2 m, 0,3 m, 0,4 m e, 0,5 m entre plantas; e de 0,5 m entre linhas de plantio, assim, as parcelas tiveram 3,7 m, 7,4 m, 11,1 m, 14,8 m, e 18,5 m de comprimento, respectivamente.

Para o tratamento secundário, utilizou-se quatro épocas de coleta das miniestacas (180, 195, 210, e 225 dias após o plantio) para avaliação do desempenho agrônômico das miniestacas como material de plantio. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de plantio, espaçadas a 0,5 m. A área útil de cada subparcela foi formada pelas duas linhas centrais, com 16 plantas, eliminando-se as plantas das extremidades (bordadura).

Os resultados das análises química e física de solo, realizadas em outubro de 2021, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Os resultados foram utilizados nos cálculos de necessidade de calagem e adubação e a interpretação seguiu as recomendações de Borges et al. (2021) para produção de manivas-semente. Verificou-se que não havia necessidade de calagem e da aplicação dos adubos fontes de fósforo e potássio.

**Tabela 1** - Resultado da análise química de solo da área de implantação do experimento para produção de miniestacas com plantio das manivas-semente em posição vertical, coleta realizada em outubro de 2021, Vitória da Conquista, Bahia, 2023

pH	mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> de solo										%			g/dm <sup>3</sup>
(H <sub>2</sub> O)	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S.B.	t	T	V	m	PST	M.O	
5,6	12	0,31	2,5	1,1	0,1	1,9	-	3,9	4,0	5,9	66	2	-	14	

**Tabela 2** - Resultado da análise física de solo da área de implantação do experimento para produção de miniestacas com plantio das manivas-semente em posição vertical, coleta realizada em outubro de 2021, Vitória da Conquista, Bahia, 2023

Frações da amostra total %			Comp. Granulométrica TFSA				Classe Textural
Calh. 200- 20 mm	Casc. 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2,0- 20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05- 0,002 mm	Argila < 0,002 mm	
0	0	100	445	150	75	330	Franco Argilo Arenosa

A área foi irrigada por gotejamento com fitas gotejadoras, com emissores a cada 0,5 m, pressão de 20 mca e vazão nominal de 2,2 L.h<sup>-1</sup>. Turnos de rega de 40 minutos diários, no primeiro mês após plantio; a cada dois dias, no segundo e terceiro mês; e duas vezes por semana, nos meses seguintes.

A adubação nitrogenada foi aplicada de forma parcelada aos 60 e 120 dias após o plantio. Utilizou-se Ureia (45% N), aplicando-se o total de 133,00 kg.ha<sup>-1</sup>.

Foram realizadas capinas, de acordo com a necessidade, para controle do mato e o controle de pragas (*Neosilba perezi* e *Sternocoelusus* spp.). Para controle da mosca-do-broto (*Neosilba perezi*), utilizou-se o produto comercial Delegate®, conforme recomendações técnicas. Para monitoramento e controle da broca das hastes (*Sternocoelusus* spp.), adotou-se a metodologia descrita por Carvalho (2015), utilizando-se a armadilha CNPMF e calculando-se o índice BAD (Broca/Armadilha/Dia); o controle se deu por meio da catação e eliminação dos insetos adultos.

Utilizando a metodologia de Carvalho (2015), calculou-se os Índices BAD mensal e total. Para o monitoramento e controle, foram dispostas três armadilhas por bloco, distanciadas cerca de 12 metros das extremidades de cada bloco e entre elas, sendo

posicionadas nas áreas centrais das parcelas. Totalizaram nove armadilhas na área experimental, todas as armadilhas foram identificadas e, também, georreferenciadas.

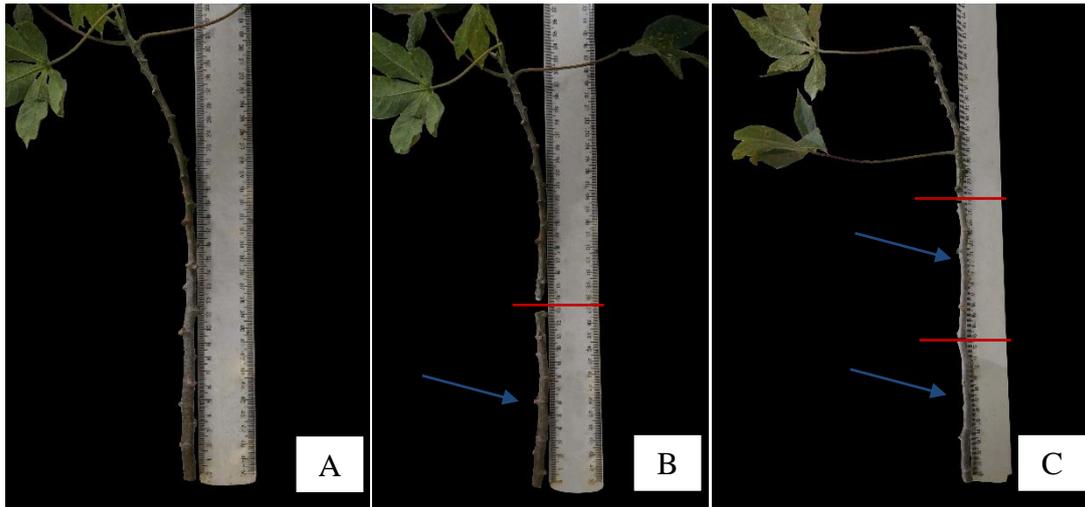
Ao final do experimento, dados brutos de número de brocas das hastes, coletadas por armadilha, foram levados ao laboratório de Geotecnologias para processamento, utilizando-se os programas Qgis e ArcGis. Outras armadilhas foram dispostas em torno da área do experimento para monitoramento e controle e, também, foram georreferenciadas.

Aos 180 dias, deu-se início à coleta das hastes, correspondendo à primeira época de coleta, e, a cada 15 dias, procedeu-se as demais coletas, conforme os tratamentos definidos. As miniestacas foram obtidas da porção basal das hastes coletadas, cujo corte foi efetuado com auxílio de tesoura de poda, cortadas rente ao coleto da planta, deixando uma a duas cicatrizes foliares para rebrota.

Em seguida, as hastes foram encaminhadas ao Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal. Para obtenção das miniestacas, as hastes deviam apresentar aspecto lignificado, o que foi notado pela coloração mais acinzentada, em contraste com as partes mais jovens de coloração esverdeada da parte superior das hastes.

Da base de cada haste, foi medido o comprimento de 13 cm, cortou-se as hastes nesse comprimento e obtiveram-se as miniestacas no comprimento de 13 cm; e adotou-se o diâmetro padrão de 7 a 10 mm, conforme recomendação de Rocha et al. (2021). Algumas hastes apresentaram parte lignificada com comprimento, que permitiu a obtenção de outras miniestacas dessa porção mais intermediária, obtendo-se miniestacas também dessas porções.

Na Figura 3, estão apresentadas imagens das hastes de mandioca utilizadas para a obtenção das miniestacas. A figura 3A apresenta o aspecto de uma haste inteira. A obtenção de uma miniestaca de 13 cm da porção basal da haste de mandioca é apresentada na figura 3B. Obtenção de duas miniestacas de 13 cm cada, uma à porção basal e outra à porção mediana de haste mandioca, está apresentada na figura 3C.



**Figura 3:** Hastes de mandioca para produção das miniestacas (A); obtenção de uma miniestaca de 13 cm da porção basal da haste de mandioca (B); obtenção de duas miniestacas de 13 cm cada, uma na porção basal e outra na porção mediana de haste mandioca (C). Seta azul indica a miniestaca obtida, linha vermelha indica local de corte.

Em cada época de coleta foram avaliados:

### 3.2.1 Características referentes à produção das miniestacas

Comprimento das hastes (altura das hastes): medida com régua milimetrada, em oito hastes, da base até o meristema apical, resultado apresentado em centímetros (cm);

Comprimento da haste descartada (cm): a parte superior à região de obtenção das miniestacas, e que seria descartada, foi medida com régua milimetrada; utilizou-se 8 hastes, foi medido do ponto de onde se cortou para obtenção da miniestaca até o meristema apical, resultado apresentado em centímetros (cm);

Diâmetro à porção mediana da haste descartada (mm): dessas hastes a serem descartadas, mediu-se, com auxílio de paquímetro, o diâmetro à porção central de oito hastes, resultado apresentado em milímetros (mm);

Área foliar: medida a partir de todas as folhas de três hastes, obtidas de cada subparcela, com a utilização do equipamento Area Meter (LI-3100, Li-Cor, USA), calculou-se a média, e o resultado foi apresentado em centímetros ao quadrado (cm<sup>2</sup>);

Estande final: contagem do número do total de plantas vivas por ocasião de cada coleta;

Número de hastes por maniva-semente: divisão do número de hastes obtidas por subparcela pelo estande final de plantas na subparcela;

Número de hastes: contagem do número total de hastes coletadas em cada subparcela, resultado apresentado em número de hastes por hectare;

Número total de hastes úteis: contabilizou-se o número de miniestacas com diâmetro na base acima de 3 mm e comprimento da parte lignificada acima de 13 cm, resultado apresentado em número de hastes úteis por hectare;

Número de miniestacas da porção basal: contabilizou-se o número de miniestacas de 13 cm que atingiram o padrão de 7 a 10 mm de diâmetro na base, obtidas apenas da porção basal das hastes coletadas, resultado apresentado em número de miniestacas por hectare;

Número total de miniestacas: contabilizou-se o número de miniestacas de 13 cm que atingiram o padrão de 7 a 10 mm de diâmetro na base, obtidas das porções basal e mediana das hastes coletadas, resultado apresentado em número total de miniestacas por hectare.

### **3.2.2 Caracterização morfológica das miniestacas (7-10 mm)**

Número de cicatrizes foliares: contagem do número total de cicatrizes foliares, realizada em três miniestacas por subparcela, resultado apresentado em número de cicatrizes foliares;

Distância entre cicatrizes foliares: com auxílio de paquímetro, mediu-se a distância entre duas cicatrizes foliares no mesmo plano na porção central de três miniestacas, resultado apresentado em milímetros (mm);

Volume das miniestacas: três miniestacas por tratamento foram submersas em volume conhecido de água (350 mL), suficiente para cobrir todo comprimento da miniestaca, em proveta graduada de 500 mL; leu-se o volume acrescido após imersão e determinou-se o volume dessas miniestacas, resultado apresentado em centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>); aplicou-se o mesmo procedimento com manivas-semente convencionais, a fim de comparação;

Diâmetro da miniestaca: com auxílio de paquímetro, mediu-se o diâmetro externo na base das miniestacas, resultado apresentado em milímetros (mm);

Diâmetro da medula: com auxílio de paquímetro, mediu-se o diâmetro da medula das miniestacas, também na porção basal, resultado apresentado em milímetros (mm);

Relação diâmetro medula/diâmetro da miniestaca: calculou-se a razão diâmetro da medula/diâmetro externo da miniestaca, multiplicando-se o valor obtido por 100, resultado apresentado em percentagem (%);

Massa fresca: miniestacas foram previamente pesadas para a determinação da massa fresca em balança digital, resultado apresentado em gramas (g);

Massa seca: após determinação da massa fresca, esses materiais foram acondicionados individualmente em sacos de papel, os quais foram identificados conforme o tratamento, e colocados em estufa de circulação de ar forçada, a 65°C, por 72 horas, e, após esse período, pesados para determinação da massa seca, resultado apresentado em gramas (g);

Teor da massa seca: com os resultados de massa fresca e seca, calculou-se a razão entre massa seca e massa fresca, multiplicando-se o valor obtido por 100, resultado expresso em percentagem (%).

### **3.3 Etapa 2**

Para a etapa 2 do experimento, foram conduzidos 4 ensaios individuais com as miniestacas. As miniestacas coletadas aos 195 dias após plantio, segunda quinzena de setembro, foram divididas em quatro grupos, cada um destinado a um período específico de armazenamento, sendo esses períodos de 0, 8, 16 e 24 dias após coleta.

Para cada período de armazenamento, as miniestacas foram, também, separadas em três agrupamentos, definidos de acordo com o diâmetro, à porção central, sendo eles: diâmetro superior a 10 mm, 7-10 mm e 4-7 mm, constituindo os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente.

Tais ensaios foram realizados a fim de estudar o potencial para desenvolvimento de novas plantas provenientes desses materiais, com diferentes diâmetros, e o efeito do armazenamento desse material sobre as características estudadas.

#### **3.3.1 Caracterização das miniestacas para plantio**

Foi feita a caracterização de cada miniestaca com relação a:

Número de cicatrizes foliares: contagem do número de cicatrizes foliares de todas as miniestacas.

Peso inicial: pesagem individual de todas as miniestacas a serem utilizadas, feita

em balança digital no dia da coleta, resultado apresentado em gramas (g);

Peso ao plantio: pesagem individual de todas as miniestacas a serem utilizadas, feita em balança digital no dia de realização do plantio, resultado apresentado em gramas (g);

Perda de umidade: apresentada em percentagem (%), relação entre perda de umidade (obtida pela diferença entre os pesos inicial e ao plantio) e o peso inicial, o resultado foi multiplicado por cem;

As miniestacas obtidas foram submetidas a ensaios realizados em câmaras de brotação para avaliar o desempenho referente às características de crescimento inicial em situações em que se buscou avaliar o potencial de desenvolvimento, de acordo com os agrupamentos de diâmetro e, também, os períodos de armazenamento.

Assim, as miniestacas colhidas aos 195 dias após plantio foram submetidas a quatro ensaios em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), que consistiram em:

Ensaio 1: Plantio das miniestacas com 0 dias de armazenamento, com 3 tratamentos, compostos pelas diferentes espessuras médias (10 mm, 7-10 mm, e 4-7 mm) e 6 repetições;

Ensaio 2: Plantio das miniestacas com 8 dias de armazenamento, com 3 tratamentos, compostos pelas diferentes espessuras médias (10 mm, 7-10 mm, e 4-7 mm) e 6 repetições;

Ensaio 3: Plantio das miniestacas com 16 dias de armazenamento, com 3 tratamentos, compostos pelas diferentes espessuras médias (10 mm, 7-10 mm, e 4-7 mm) e 6 repetições;

Ensaio 4: Plantio das miniestacas com 24 dias de armazenamento, com 3 tratamentos, compostos pelas diferentes espessuras médias (10 mm, 7-10 mm, e 4-7 mm) e 6 repetições.

Os tratamentos consistiram nos três agrupamentos referentes aos diâmetros das miniestacas, conforme descrito anteriormente, cada repetição/parcela constituiu em uma miniestaca. O armazenamento das miniestacas foi realizado em caixa de papelão (caixa de sapato com dimensões de 30 cm de comprimento, 20 cm de largura, e 12 cm de altura), mantido no Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal em temperatura ambiente e em local protegido de exposição solar.

O plantio foi realizado em câmara de brotação, realizando-se adubação potássica e fosfórica incorporado em todo o solo, considerando a necessidade de adubação de 30 e 40 kg.ha<sup>-1</sup> desses adubos, respectivamente, conforme recomendação de Borges et al.

(2021) para produção de raiz de mandioca.

As miniestacas foram plantadas em posição horizontal, em sulcos com profundidade média de 10 cm, espaçadas 10 cm da borda da câmara de brotação e 10 cm entre as miniestacas; tomou-se o cuidado de direcionar a base e a extremidade das miniestacas para a mesma direção; sendo identificadas de acordo com o tratamento, cobertas com solo, e irrigadas de forma manual diariamente para manter a umidade do solo. As câmaras de brotação foram cobertas com campânula de plástico transparente. A estrutura das câmaras de brotação segue as normas de construção descritas por Fukuda e Carvalho (2006).

Aos 35 dias após plantio, foi feita a coleta de parte aérea e raízes para avaliação do desempenho das plantas.

### **3.3.2 Caracterização das plantas obtidas a partir das miniestacas**

Porcentagem de brotação: relação entre o número de brotações e o número de cicatrizes foliares de cada miniestaca, multiplicado por 100, resultado apresentado em percentagem.

Número de brotações: contabilização do número de brotações emitidas por cada miniestaca;

Área foliar total (cm<sup>2</sup>): medida a partir de todas as folhas de cada parcela, com a utilização do equipamento Area Meter (LI-3100, Li-Cor, USA), resultado apresentado em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>);

Número de folhas: contagem do número de folhas de todas as brotações da parcela;

Área foliar específica: obtida pela divisão da área foliar total pelo número total de folhas de cada parcela, resultado apresentado em centímetros ao quadrado (cm<sup>2</sup>);

Altura média das brotações: medida com régua milimetrada, da base até o ápice do meristema apical de todas as brotações de cada parcela e posterior cálculo da média;

Diâmetro médio do caule das brotações: medida com paquímetro, na base de todas as brotações de cada parcela e posterior cálculo da média, resultado expresso em milímetros (mm);

Massa fresca da parte aérea: pesagem da parte aérea total obtida por parcela (caule, folhas e pecíolos) para a determinação da massa fresca em balança digital, corte feito rente ao solo, resultado apresentado em gramas (g);

Massa seca da parte aérea: após determinação da massa fresca e da área foliar, o material foi acondicionado em saco de papel, identificado e colocado em estufa de circulação de ar forçada, a 65°C, por 72 horas, após isso, pesado para determinação da massa seca, resultado apresentado em gramas (g);

Massa fresca média da parte aérea: obtida da divisão da massa fresca da parte aérea pelo número de brotações que foram coletadas na parcela, resultado expresso em gramas (g);

Massa seca média da parte aérea: obtida da divisão da massa seca da parte aérea pelo número de brotações que foram coletadas na parcela, resultado expresso em gramas (g);

Massa fresca de raízes: as raízes foram coletadas e pesadas em balança digital para a determinação da massa fresca, resultado apresentado em gramas (g);

Massa seca de raízes: após determinação da massa fresca, foram acondicionadas em sacos de papel e levados para estufa de circulação de ar forçada, a 65°C, por 72 horas, e, após isso, pesados para determinação da massa seca, resultado apresentado em gramas (g).

### **3.4 Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos às análises de normalidade dos erros e homogeneidade de variâncias pelos testes de Lilliefors e Bartlett, respectivamente, utilizando-se o programa SAEG, versão 9.1. Quando necessário, procedeu-se as transformações dos dados e posteriormente, realizou-se análise de variância, a 5% de probabilidade. Para as densidades de plantio e épocas de coleta, foram feitas Análises de Regressão Polinomial; e para os ensaios com os diferentes diâmetros e períodos de armazenamento, foram aplicados o teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa AgroEstat 1.1.0.712.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Etapa 1**

#### **4.1.1 Características referentes à produção das miniestacas**

As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam o resultado da análise de variância, a média geral da variável e os coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para características referentes ao crescimento e desenvolvimento das plantas e à produção das miniestacas de mandioca.

Para comprimento das hastes, foi observado efeito significativo apenas nas épocas de coleta. Para o comprimento da haste descartada, efeito significativo foi observado para as densidades de plantio. Tanto as densidades de plantio, quanto as épocas de coleta tiveram influência no diâmetro da haste descartada. Com relação à área foliar, os blocos apresentaram diferença significativa; densidade de plantio e época de coleta das hastes também tiveram diferenças significativas nessa característica avaliada (Tabela 3).

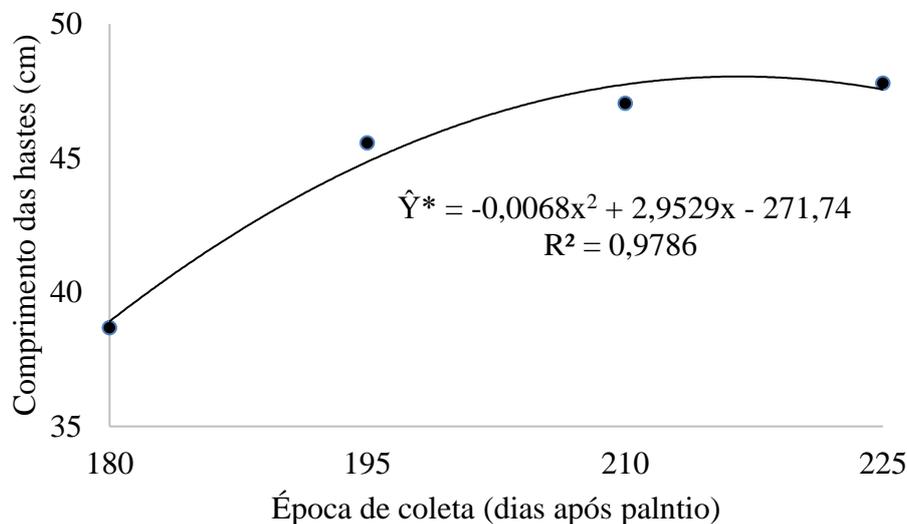
**Tabela 3** - Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação de parcelas e para subparcelas para comprimento das hastes (CH), comprimento e diâmetro da haste descartada (CHD) e (DHD), respectivamente, e área foliar (AF), avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios			
		CH	CHD	DHD	AF
Blocos	2	33,15	22,57	0,001	3,59x10 <sup>5</sup> *
Densidades (D)	4	249,46	155,18 *	0,098 **	3,07x10 <sup>5</sup> *
Resíduo (a)	8	72,10	33,79	0,009	5,08x10 <sup>4</sup>
Parcelas	(14)	-	-	-	-
Ép. Coleta (EC)	3	260,05 **	8,36	0,279 **	2,00x10 <sup>5</sup> *
Interação D x EC	12	44,11	7,16	0,009	5,59x10 <sup>4</sup>
Resíduo (b)	30	31,32	15,94	0,006	5,82x10 <sup>4</sup>
Total	59	-	-	-	-
Média geral	-	44,77	20,45	0,73	663,70
CV% (D)	-	18,97	28,43	13,21	33,96
CV% (EC)	-	12,50	19,53	10,77	36,36

\* significativo, a 5 % de probabilidade; \*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A análise de variância (Tabela 3) apontou efeito significativo apenas para época de coleta sobre o comprimento da haste. O modelo que que mais se ajustou foi o

quadrático, com hastes saindo de um comprimento médio inferior a 40 cm aos 180 dias após plantio, final do mês de agosto, e se aproximando de 50 cm aos 210 e 225 dias após plantio (Figura 4). O ponto de máximo teria se dado aos 217 dias após o plantio.



\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 4:** Comprimento das hastes de mandioca para produção de miniestacas em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Em decorrência do outono-inverno, observa-se queda das temperaturas médias a partir de março. As menores temperaturas são atingidas no mês de junho e, a partir daí, nota-se retorno do aumento das temperaturas (Figura 1). Essa redução nas temperaturas, associada às baixas precipitações, induzem as plantas a entrarem em repouso fisiológico.

Na região, de acordo com Carvalho et al. (2009), o repouso fisiológico das plantas de mandioca vai de maio a setembro. Moreno-Cadena et al. (2021) mencionam que as taxas de assimilação e desenvolvimento da cultura cessam, quando a temperatura do ar fica abaixo da faixa de 10° C a 16° C.

Assim, com o aumento das temperaturas (aos 180 dias após plantio), final de agosto e início de setembro, as plantas estão saindo do repouso fisiológico e levando a retomada de crescimento que se dá de forma mais acelerada, seguida de uma desaceleração nas últimas coletas.

O crescimento das plantas de mandioca é inicialmente aumentado, sendo favorecido pelas temperaturas elevadas, e a desaceleração nas taxas de crescimento se

daria por crescimento e desenvolvimento de outros tecidos, também, da tuberização e desenvolvimento de raízes de absorção (Connor, 2019; Forbes et al., 2020; Moreno-Cadena et al., 2021), bem como da redução da área foliar média das brotações em função da densidade de plantio e da época de coleta, conforme será apresentado.

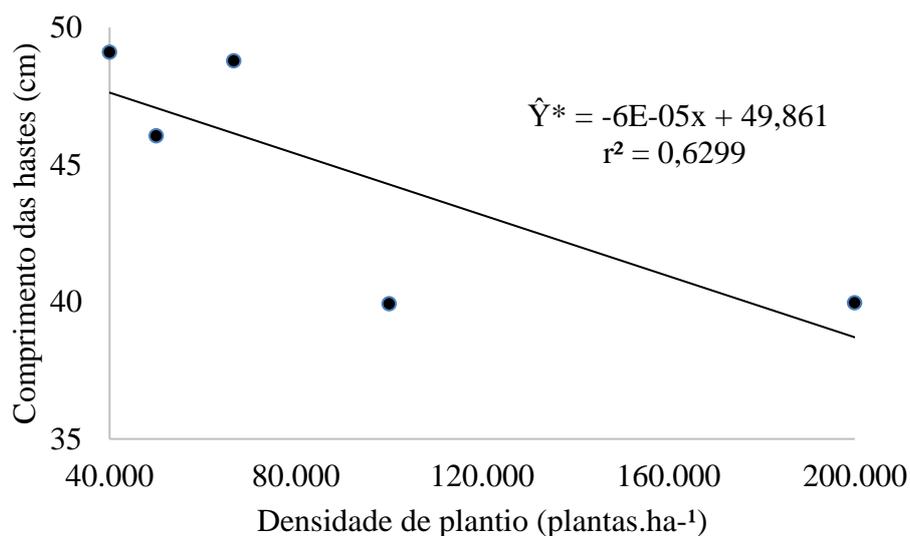
Connor (2019) rebate a ideia defendida por modelos como os de Cock et al. (1979) e Mathews e Hunt (1994), de que as raízes somente seriam supridas com os fotoassimilados excedentes, mas que todos os órgãos da planta poderiam competir pelos recursos produzidos nos órgãos-fonte, principalmente em caso de redução no suprimento. Menciona ainda que a formação das raízes tuberosas se inicia aos 45 dias após plantio e continua até os 4 meses, o que também muda esses padrões.

A estabilização das temperaturas máximas, entre os meses de setembro e outubro (Figura 1), e a redução da umidade relativa média do ar, observada no mesmo período (Figura 2), também podem explicar a tendência de estabilização, desaceleramento do crescimento das hastes no mesmo período (aos 210 e 225 dias após plantio). Uma das estratégias que as plantas de mandioca utilizam para reduzir a perda de água para a atmosfera, em virtude das exigências atmosféricas, é o fechamento estomatal, podendo impactar nas taxas de crescimento por reduzir a taxa fotossintética e, também, de crescimento (Moreno-Cadena et al., 2021; Devi et al., 2022).

Nas condições de condução do experimento, as hastes de mandioca atingiram a média de 44,77 cm de comprimento, valor inferior a 1,0 - 1,3 m de comprimento, altura de estiolamento para plantas em condições de campo no estado do Pará. A altura média, aqui obtida, aproxima-se da altura mínima das plantas deixadas em aclimatação, em casa de vegetação por 60 dias, cuja altura varia entre 50-80 cm (Rocha et al., 2021).

Tal altura já permite a coleta de hastes para produção das miniestacas, atentando-se ao aspecto mais lignificado. Para a produção das miniestacas visando o plantio em campo, não se utiliza hastes com consistência herbácea. Miniestacas herbáceas podem ser replantadas em canteiros de multiplicação rápida ou em viveiros, para indução de estiolamento e produção de mais miniestacas (Rocha et al., 2021).

Apesar de não ter sido observado efeito significativo na análise de variância (Tabela 3), o comprimento das hastes também foi afetado pela densidade de plantio pela análise de variância da regressão. O modelo que mais se ajustou foi o linear decrescente, apontando menor crescimento das hastes à medida que se aumenta a densidade de plantio, havendo uma diferença de quase 10 cm (Figura 5).



\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 5:** Comprimento das hastes de mandioca para produção de miniestacas em função das densidades de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Tal resultado, a princípio, contraria a expectativa de que maiores adensamentos levariam as hastes a apresentarem maior comprimento em decorrência de um maior estiolamento pela competição por luz (Daellenbach et al., 2005; Rocha et al., 2021). Daellenbach et al. (2005) constataram que a mistura de duas variedades de mandioca levou à competição destas por luz solar, assim, houve maior desenvolvimento da parte aérea.

Conforme será visto adiante, na avaliação do número de cicatrizes foliares, inicialmente houve tendência de estiolamento das hastes em maior adensamento, porém, com o passar do tempo, a competição entre as plantas por outros recursos ou a destinação deles para outros processos fisiológicos, que não o crescimento vegetal, pode ter restringido as taxas de crescimento das hastes na porção mais alta (Moreno-Cadena et al., 2021).

Dois fatores poderiam estar envolvidos no resultado aqui encontrado: o primeiro estaria relacionado à competição entre as plantas de mandioca, reduzindo o aporte de nutrientes para cada planta, afetando, assim, as taxas de crescimento; o segundo pode estar relacionado à maior incidência de brocas das hastes e ao estresse biótico que as plantas desses maiores adensamentos podem ter sofrido.

Estresse ambiental pode reduzir a fotossíntese e, com isso, o suprimento de

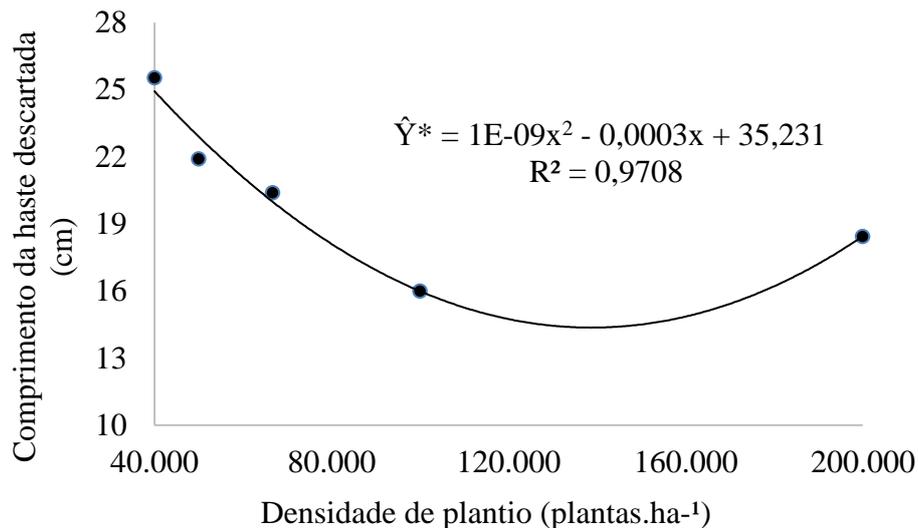
fotoassimilados fica abaixo da demanda, bem como esse mesmo estresse pode reduzir a demanda por fotoassimilados, por exemplo, reduzindo folhas e expansão das hastes, resultando em limitações diferenciadas nas relações de fonte e dreno para cada órgão individualmente (Connor, 2019).

Devi et al. (2022) mencionam que, sob ataque de insetos-praga e estresse abiótico, as plantas de mandioca lançam mão da produção de compostos, como flavonoides glicosídicos para sua defesa, principalmente contra insetos herbívoros. Esses compostos podem afetar de forma negativa a função de enzimas mitocondriais como a ATPase, o que é prejudicial para o crescimento da planta.

Um dos compostos mais conhecidos na cultura da mandioca, para sua defesa, é o ácido cianídrico. No entanto, não se sabe seu real efeito em insetos-praga que tenham evoluído juntamente com as plantas de mandioca, tais insetos podem tolerar esse composto e até mesmo usá-lo como fonte de nitrogênio (Devi et al., 2022).

A produção de compostos também se dá para atrair inimigos naturais e, assim, aumentar a resistência das plantas a esses ataques. Mas mesmo com essas estratégias, estresses bióticos e/ou abióticos ainda afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas de mandioca (Devi et al., 2022).

O comprimento da haste descartada apresentou comportamento quadrático, sendo influenciado pela densidade de plantio, decrescendo com o aumento da densidade de plantas. Sai de 25 cm de comprimento no menor adensamento, até o comprimento mínimo de 14 cm na densidade de 150.000 plantas por hectare, voltando a subir na densidade de 200.000 plantas por hectare (Figura 6).



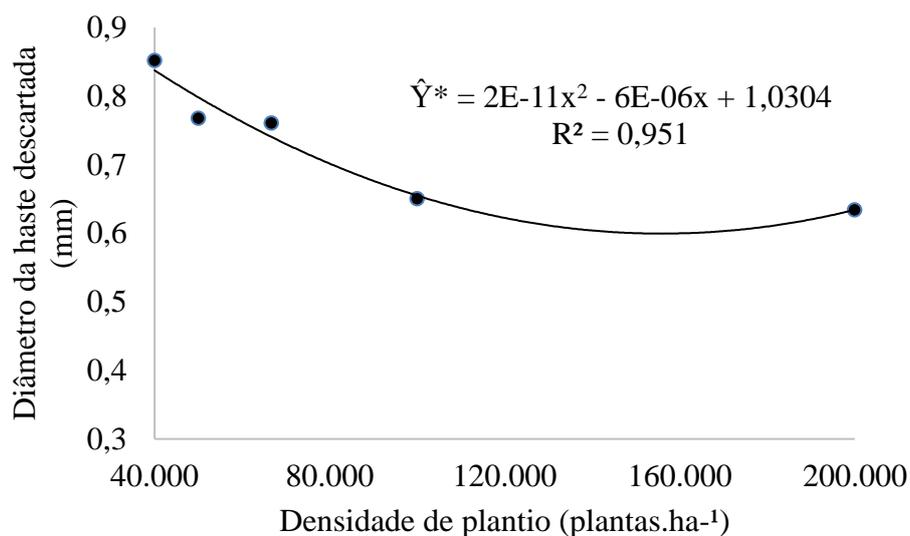
\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 6:** Comprimento da haste descartada de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Essa haste mais herbácea descartada pode ser plantada, por exemplo, em canteiros de multiplicação rápida ou em viveiros, para a produção de novas mudas e obtenção de novas miniestacas (Rocha et al., 2021), estando com aspecto mais lignificado podem ser produzidas novas miniestacas obtidas de porção mediana.

A provável explicação para o ajuste ao modelo quadrático é que esse comportamento foi influenciado pelo ponto referente às hastes na densidade de 100.000 plantas por hectare. Além da competição entre plantas, o estresse ocasionado por maior concentração de brocas das hastes, nas áreas onde foram alocadas essas parcelas (Figura 27), podem ter levado à redução no crescimento, como discutido anteriormente.

O diâmetro da haste descartada apresentou comportamento quadrático, de forma geral, sofreu um decréscimo com o aumento do adensamento de plantio (Figura 7). Esperava-se que fosse linear decrescente, uma vez que a espessura das hastes seria diretamente afetada pelo adensamento. Menores adensamentos favorecem maior ganho de diâmetro das hastes, estando associados com maior desenvolvimento destas, pelos mesmos fatores já mencionados anteriormente, como a menor competição entre plantas e menor estresse biótico e abiótico, favorecendo maior crescimento e desenvolvimento.



\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 7:** Diâmetro da haste descartada de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

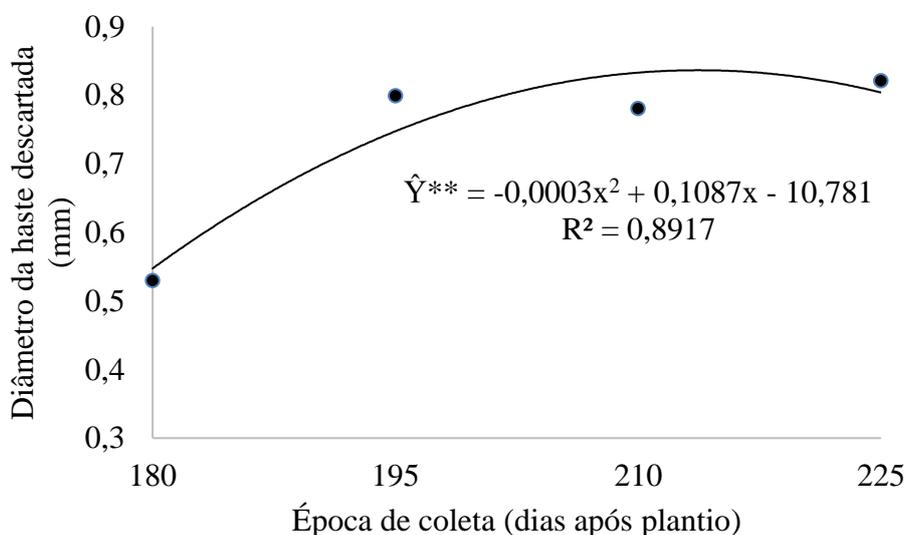
As plantas terrestres de evolução mais recente apresentam crescimento primário, que consiste no alongamento dos meristemas radiculares e caulinares; e secundário, que consiste no ganho em circunferência, em diâmetro, pela formação de madeira, fibra e cortiça, tecidos esses que são desenvolvidos e que servirão para transporte de água, nutrientes, proteção, bem como para acúmulo de substâncias e reservas e para suportar o ganho de massa da planta (Tonn e Greb, 2017).

As plantas de mandioca, em densidades de plantio menores, podem ter sido favorecidas por menor estresse e competição por recursos e, assim, apresentaram maior ganho em diâmetro que as outras plantas em adensamentos maiores (Connor, 2019; Tonn e Greb, 2017).

A depender do nível de lignificação e do comprimento das hastes, seria possível obter miniestacas dessa parte em todos os tratamentos, uma vez que o diâmetro dessas hastes ainda se encontra dentro do padrão (até 10 mm) e ainda apresentaram comprimento superior a 13 cm (Figura 6), recomendado para a produção das miniestacas (Rocha et al., 2021). Os maiores adensamentos resultam em menores diâmetros.

O diâmetro da haste descartada apresentou comportamento quadrático crescente com o aumento da época de coleta (Figura 8). Maior tempo em campo, coincidindo com aumento das temperaturas, favorece o desenvolvimento das hastes, tanto nos padrões de

crescimento primário quanto no secundário (Tonn e Greb, 2017; Forbes et al., 2020; Moreno-Cadena et al., 2021).

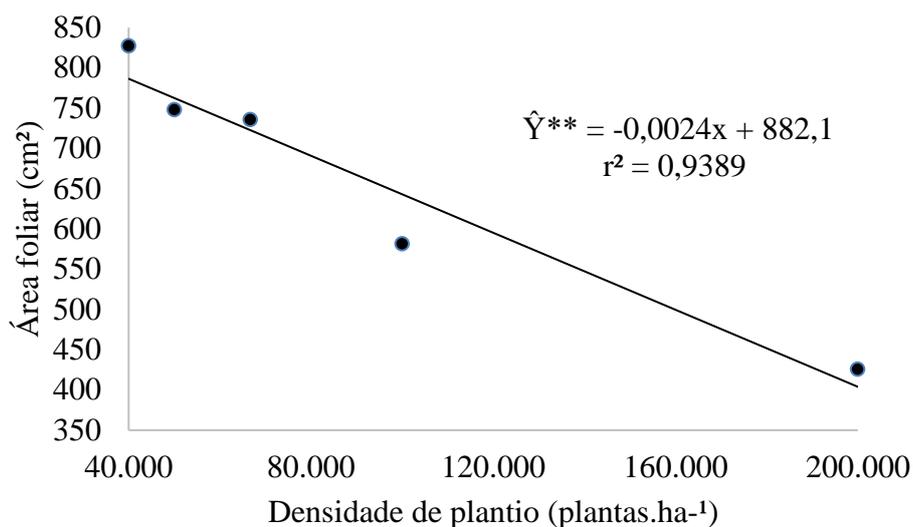


\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 8:** Diâmetro da haste descartada de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

O comportamento observado, de crescimento inicial mais acelerado, estaria associado ao fim do repouso fisiológico ocasionado pelo aumento das temperaturas (Forbes et al., 2020). Com a estabilização das temperaturas máximas nas últimas épocas de coleta, associada à redução da umidade relativa do ar e à diminuição da área foliar média, as hastes apresentaram um ganho menos acelerado em diâmetro nas últimas coletas, em virtude de estratégias para reduzir a perda de água, o que impacta nas taxas de crescimento (Devi et al., 2022) ou de destinação de reservas às raízes e caules (Connor, 2019; Forbes et al., 2020; Moreno-Cadena et al., 2021), seguindo o raciocínio anteriormente discutido.

A área foliar também foi afetada pela densidade de plantio, reduzindo pela metade com o aumento do adensamento (Figura 9). Conforme já foi visto, o adensamento provavelmente levou ao menor aporte de recursos para crescimento das plantas (Connor, 2019; Devi et al., 2022; Forbes et al., 2020; Moreno-Cadena et al., 2021), afetando, também, a área foliar das mesmas ou vice-versa (Connor, 2019; Matthews e Hunt, 1994).



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 9:** Área foliar média das hastes de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

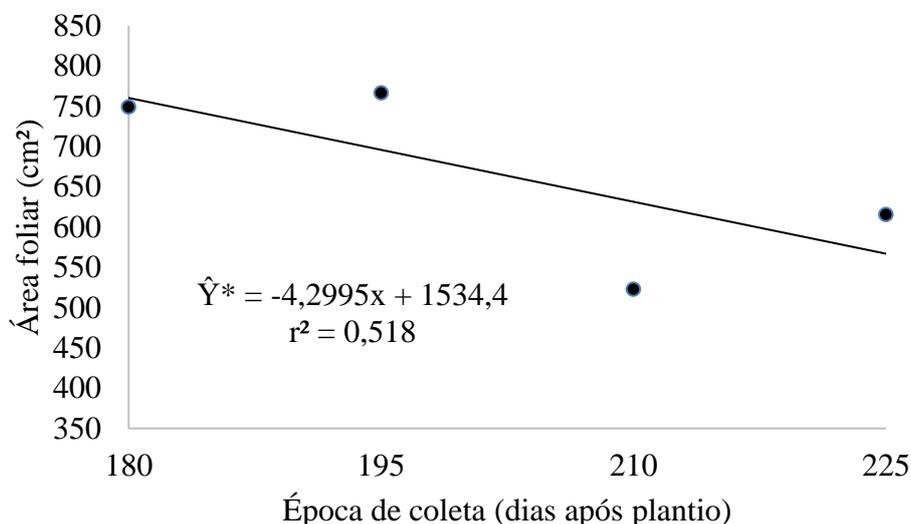
O autossombreamento também é um fator que pode contribuir para a redução da área foliar (Moreno-Cadena et al., 2021). Fukay et al. (1984) constataram que menor incidência solar levou à redução de 47% no crescimento foliar, mas somente para plantas mais jovens, não havendo o mesmo efeito em plantas com copa em estado de desenvolvimento mais avançado.

Matthews e Hunt (1994), estudando modelos de crescimento de mandioca, indicaram que o crescimento das hastes é dependente do incremento em área e peso foliar. O aumento do desenvolvimento foliar responderia tanto ao aumento das temperaturas, quanto ao aumento da disponibilidade de assimilados.

Connor (2019) aponta que situações de estresse podem reduzir o crescimento foliar e das hastes. Como visto, o adensamento pode ter levado ao autossombreamento, à competição entre plantas e favoreceu a presença da broca das hastes. A broca das hastes, durante os períodos secos, também pode ocasionar a desfolha e morte das plantas severamente atacadas (EMBRAPA, 2021).

A área foliar também foi influenciada pelas épocas de coleta (Figura 10). Nota-se comportamento decrescente à medida que se aumenta os dias após plantio, no entanto, o coeficiente de determinação somente explica cerca de 50% desses dados. Como no período era esperado aumento de área foliar, em decorrência do aumento das temperaturas

médias, após período de repouso fisiológico, dentre as possíveis causas estariam os fatores climáticos como causadores de estresse abiótico e a broca das hastes como causadores de estresse biótico.



\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 10:** Área foliar média das hastes de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Na Figura 1, observa-se uma elevação das temperaturas mínimas entre junho e julho, o que favoreceu o retorno do crescimento das plantas, no entanto, é seguida de nova queda de temperaturas mínimas ente julho e agosto, o que pode ter favorecido oscilações no desenvolvimento da parte aérea nesse período, quando as plantas estariam saindo do repouso fisiológico, comum na região (Carvalho et al., 2009; Forbes et al., 2020).

Temperaturas abaixo da faixa de 10° C a 16° C fazem com que as taxas de assimilação e desenvolvimento da cultura cessem, uma vez que temperaturas abaixo de 15° C reduzem a longevidade foliar (Moreno-Cadena et al., 2021). Nos meses de junho a agosto, as médias das temperaturas mínimas ficam abaixo da faixa dos 15° C (Figura 1).

Outro fator, provavelmente mais importante, pode ter sido a redução da umidade relativa do ar (Figura 2), nota-se um decréscimo da UR média entre os meses de agosto e outubro, período de realização das coletas.

A UR pode afetar os padrões de desenvolvimento das plantas, por essas lançarem mão de estratégias de ajuste osmótico como fechamento estomático, redução da área

foliar e mesmo da produção de folhas, a fim de evitar a perda de água para o ambiente pela transpiração, em virtude de uma maior exigência atmosférica (Connor, 2019; Pereira et al., 2022). Assim, o turgor celular é reduzido, levando a um menor alongamento das células e menores valores de crescimento e de área foliar (Pereira et al., 2022).

Pereira et al. (2022) constaram redução da área foliar em plantas submetidas à redução da disponibilidade de água. Essa resposta estaria relacionada a estratégias da planta em se proteger contra a desidratação e é um dos recursos utilizados pela cultura da mandioca para apresentar tolerância à seca.

Esses dois fatores associados podem ter levado a maiores valores de área foliar para as épocas de coleta de 180 e 195 dias após plantio, seguida de leve queda nas épocas de coleta subsequentes. Apesar de os valores de precipitação terem sido baixos nesse período, observa-se, também, um decréscimo na precipitação mensal entre os meses de julho e outubro (Figura 2), fatores que podem ter influenciado nesses resultados, mesmo com o aporte de irrigação por gotejamento.

A broca das hastes também é responsável por causar desfolha nas plantas de mandioca. Foi constatada a presença da praga, conforme será apresentado no item 4.2, e, dentre os danos, está a desfolha das plantas. A desfolha pode se intensificar e chegar a ser completa em períodos mais secos (EMBRAPA, 2021).

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar mostram elevação das temperaturas e redução da umidade relativa do ar no período de coleta das miniestacas, característica ambiental que favorece o agravamento desse sintoma e, associada aos fatores mencionados, pode explicar a diminuição da área foliar.

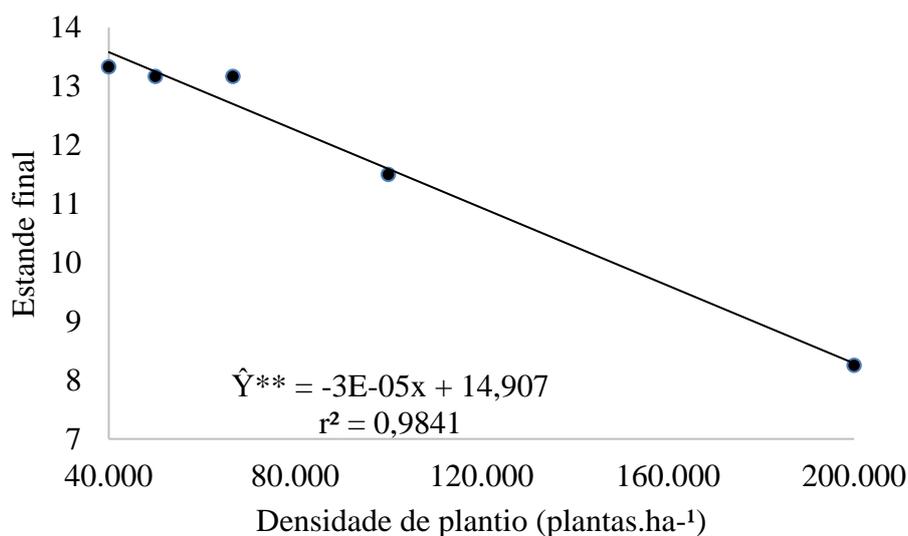
Na análise de variância, verifica-se que o estande final e o número de hastes por ha<sup>-1</sup> foram influenciados pela densidade de plantio. Não houve efeito significativo sobre o número de hastes obtidas por maniva-semente, que ficou em aproximadamente 2 hastes (Tabela 4).

**Tabela 4** - Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para estande final (EF), número de hastes por maniva-semente (NHMan) e número de hastes por hectare (NH), avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		
		EF	NHMan	NH
Blocos	2	0,72	0,18	6,92x10 <sup>8</sup>
Densidades (D)	4	56,23 **	0,47	2,45x10 <sup>10</sup> **
Resíduo (a)	8	6,32	0,13	1,40x10 <sup>9</sup>
Parcelas	(14)	-	-	-
Ép. Coleta (EC)	3	2,86	0,43	1,28x10 <sup>9</sup>
Interação D x EC	12	1,56	0,18	1,22x10 <sup>9</sup>
Resíduo (b)	30	2,20	0,16	8,29x10 <sup>8</sup>
Total	59	-	-	-
Média geral	-	11,88	1,90	112.481,03
CV% (D)	-	21,16	19,08	33,25
CV% (EC)	-	12,48	21,00	25,59

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

O estande final de plantas apresentou comportamento linear decrescente, diminuindo de acordo com o aumento da densidade de plantio. Tal redução é decorrente da morte das plantas. O estande inicial era formado por 16 plantas na área útil. Nota-se que, nas densidades de 40.000, 50.000 e 66.667 plantas por hectare, o estande final ficou em torno de 13 plantas; reduzindo para algo em torno de 11 plantas na densidade de 100.000 plantas por hectare e 8 plantas na densidade de 200.000 plantas por hectare (Figura 11).



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 11:** Estande final de plantas de mandioca para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Daellenbach et al. (2005) constataram uma mortalidade de plantas de mandioca para “white grubs” *Scarabaeidae* sp. de 4 a 28 plantas por parcela, originalmente compostas por 45 plantas, ficando numa média de 12 plantas mortas por parcela em todo o experimento. Em termos de porcentagem, a mortalidade variou de 1 % a 62 % nas parcelas do experimento, em decorrência do ataque da praga.

Como mencionado, houve incidência da broca das hastes na área do experimento e a presença de um único inseto já é suficiente para levar à morte da planta atacada (Carvalho, 2015). Além da presença da broca das hastes na área, foi encontrado sinal de ataque nas hastes das plantas. A explicação para a redução do estande final nesses maiores adensamentos é que houve uma maior presença de brocas das hastes nos locais onde essas parcelas foram dispostas (Figura 27). O maior adensamento pode favorecer maior incidência da broca.

Conforme apresentado no item 4.2, nota-se que, nos pontos onde houve maior coleta dos insetos adultos nas armadilhas, há uma certa correspondência espacial com os locais onde as parcelas de maior adensamento de plantas foram dispostas e é provável que o adensamento tenha servido de abrigo, atrativo alimentar e para reprodução dos insetos, seguindo o mesmo raciocínio de funcionamento das armadilhas (Carvalho, 2015).

Para produção de miniestacas em condição de campo, Rocha et al. (2021)

recomendam o espaçamento de 0,5 m x 0,2 m com o plantio de duas manivas maduras (lenhosas) com comprimento de 15 cm. No entanto, nas condições experimentais aqui observadas, a broca das hastes teve grande influência e isso indica a necessidade de se encontrar meios mais eficientes para o controle desse inseto-praga, devido sua severidade.

Como abordado anteriormente, a variedade Sergipe é uma das variedades mais cultivadas na região e tem apresentado redução na sua qualidade fitossanitária (Carvalho et al., 2009; Moreira et al., 2014; Moreira et al., 2017); uma vez que foi utilizado material oriundo da região essa característica pode ter se somado, levando à maior suscetibilidade e mortalidade das plantas.

Durante os períodos secos, plantas de mandioca severamente atacadas pela broca das hastes podem perder todas as suas folhas e morrer. Em plantios comerciais, esses danos resultam na perda em quantidade de material de plantio. Quando utilizado material de plantio proveniente de área afetada, a mortalidade de plantas pode chegar a 57%. Essa praga, considerada secundária, tem provocado danos consideráveis em bancos de germoplasma de mandioca (EMBRAPA, 2021).

Por não ter sido encontrada diferença significativa entre o número de hastes colhidas por maniva-semente plantada (Tabela 4), o ganho em produção de hastes passa a se dar basicamente pelo número de hastes e miniestacas produzidas por hectare.

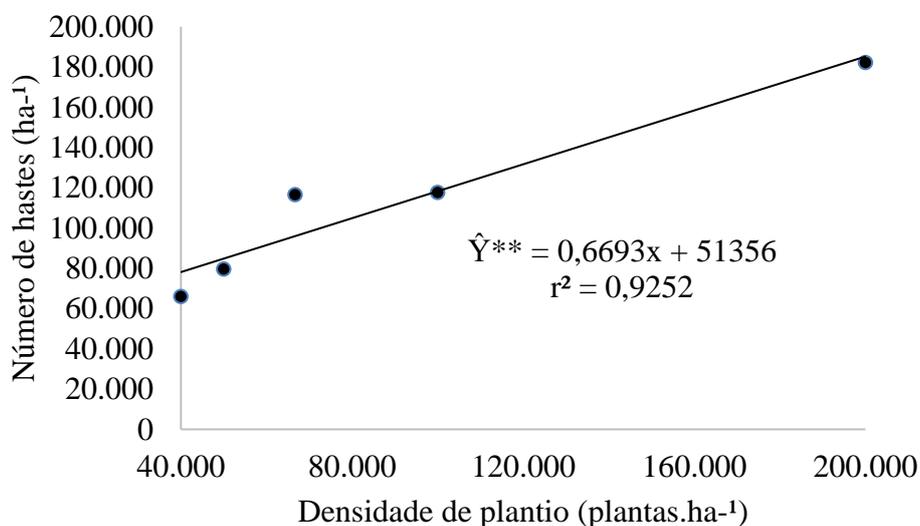
Cada planta de mandioca produziu, em média, 2 hastes no momento da coleta. Inicialmente foi observada maior emissão de brotos, no entanto, nem todos conseguiram se desenvolver até o momento das coletas. Em avaliação parcial feita aos 45 dias após plantio, obteve-se uma média de 5 brotações por planta.

Rocha et al. (2021) mencionam que seriam colhidas, em média, 5 miniestacas por cova (2,5 miniestacas por maniva madura plantada) entre os 6 a 7 meses, e em média 10 miniestacas por cova (5 miniestacas por maniva) entre os 8 a 9 meses. Mitchozounou e Vine (1989) obtiveram a produção de 2,2 hastes em plantas adultas de mandioca obtidas do plantio de manivas-semente com 20 cm. Da Silva (2021) obteve de 1,6 a 2,4 brotações por planta de mandioca trabalhando com diferentes comprimentos de material de plantio.

O número de hastes por maniva, obtido neste experimento, ficou abaixo do esperado, em parte, também, devido ao ataque de broca das hastes que levaram à morte algumas brotações em desenvolvimento.

Observa-se crescimento linear do número de hastes por hectare com o adensamento de plantio (Figura 12). O maior número de hastes é obtido na densidade de 200.000 plantas por hectare. Levando-se em conta que os maiores adensamentos foram

aqueles que sofreram maior redução no estande final, o número de hastes coletado, provavelmente, seria ainda superior ao que foi observado.



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 12:** Número de hastes por hectare para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Conforme o que foi apresentado por Rocha et al. (2021), a produção de miniestacas em condições de campo é uma alternativa viável e mais barata para maniveiros, com intensivo uso do espaço, exigindo adequado manejo de plantio e condução sob condições de superadensamento em que o ganho se dá pela superprodução de miniestacas por área plantada.

Dessa forma, conseguir um bom controle de pragas, doenças, mato etc., sob condições de campo, é algo de grande importância para se obter boas produções de hastes e, por consequência, de miniestacas.

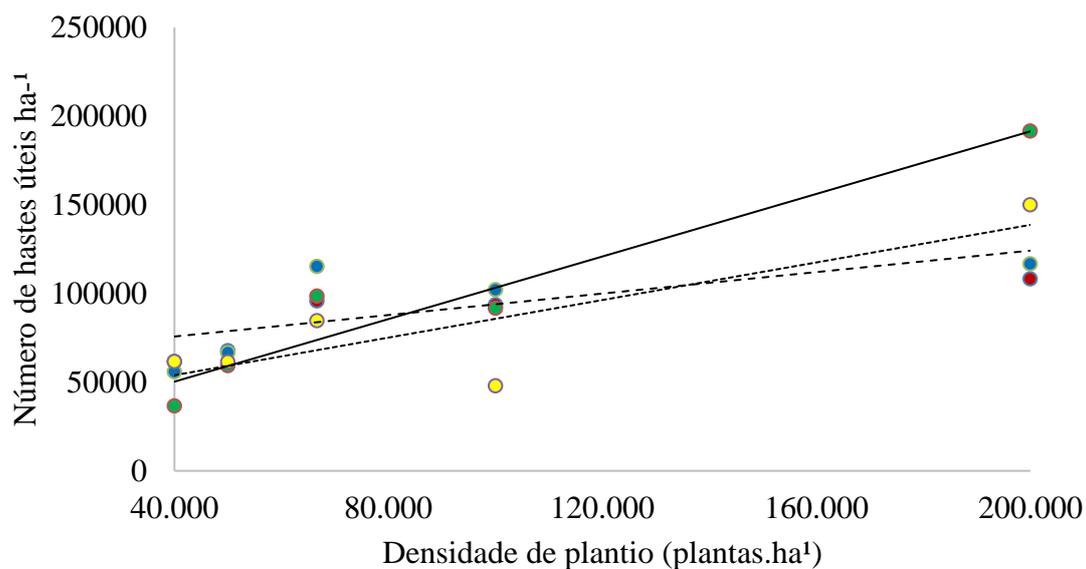
O número de hastes úteis por hectare e o número total de miniestacas por hectare apresentaram efeito significativo da interação entre as densidades de plantio e as épocas de coleta. O número de miniestacas foi influenciado somente pelas densidades (Tabela 5).

**Tabela 5** - Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para número de hastes úteis por hectare (NHU), número de miniestacas na porção basal por hectare (NM), e número total de miniestacas por hectare (NTM), avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		
		NHU	NM	NTM
Blocos	2	3,21x10 <sup>8</sup>	1,13x10 <sup>8</sup>	3,45x10 <sup>8</sup>
Densidades (D)	4	1,43x10 <sup>10</sup> **	1,65x10 <sup>10</sup> **	2,73x10 <sup>10</sup> **
Resíduo (a)	8	1,34x10 <sup>9</sup>	7,63x10 <sup>8</sup>	1,89x10 <sup>9</sup>
Parcelas	(14)	-	-	-
Ép. Coleta (EC)	3	6,07x10 <sup>8</sup>	1,10x10 <sup>9</sup>	2,71x10 <sup>9</sup> *
Interação D x EC	12	1,61x10 <sup>9</sup> *	9,70x10 <sup>8</sup>	2,49x10 <sup>9</sup> **
Resíduo (b)	30	6,41x10 <sup>8</sup>	4,83x10 <sup>8</sup>	8,04x10 <sup>8</sup>
Total	59	-	-	-
Média geral	-	88.380,05	63.657,23	80.928,50
CV% (D)	-	41,44	43,39	53,76
CV% (EC)	-	28,65	34,51	35,04

\* significativo a 5 % de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O desdobramento do número de hastes úteis por hectare do efeito das densidades de plantio, dentro das épocas de coleta, não apresentou modelo que se adequasse. O desdobramento do número de hastes úteis por hectare do efeito das épocas de coleta dentro das densidades de plantio é apresentado na Figura 13. Os modelos ajustaram-se para as coletas aos 195, 210 e 225 dias após o plantio, sendo todos eles lineares crescentes. O maior número de hastes úteis é obtido nas coletas realizadas na densidade de 200.000 plantas por hectare, com colheita realizada aos 195 dias.

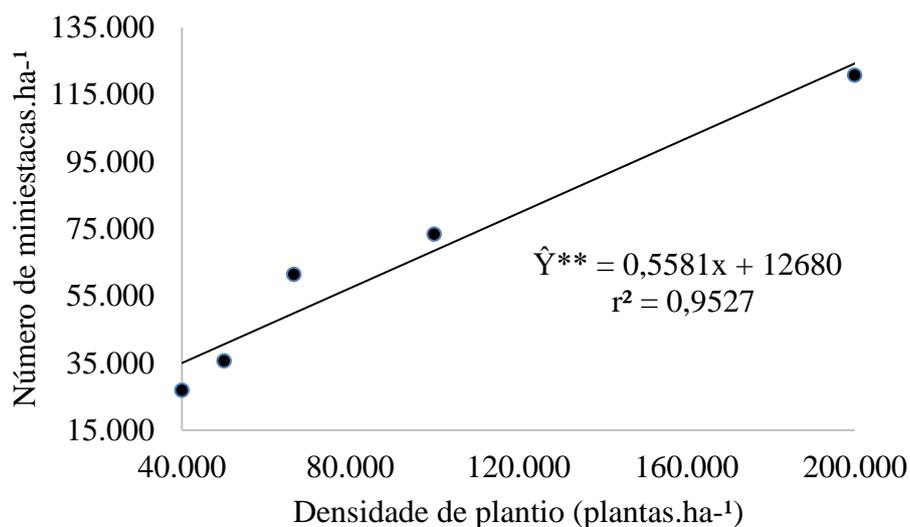


- 180
- 195
- 210
- 225
- 195 dias  $\hat{Y}^{**} = 0,8823x + 15019$   $r^2 = 0,9334$
- - - 210 dias  $\hat{Y}^* = 0,3028x + 63655$   $r^2 = 0,4823$
- · - · - 225 dias  $\hat{Y}^{**} = 0,5298x + 32766$   $r^2 = 0,7133$

\* significativo, a 5 % de probabilidade; \*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 13:** Número de hastes úteis por hectare para produção de miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

O número de miniestacas na porção basal apresentou crescimento linear em função das densidades de plantio. A maior densidade de plantio, 200.000 plantas por hectare, permite obter maior número de miniestacas por área (Figura 14).



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 14:** Número de miniestacas na porção basal por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

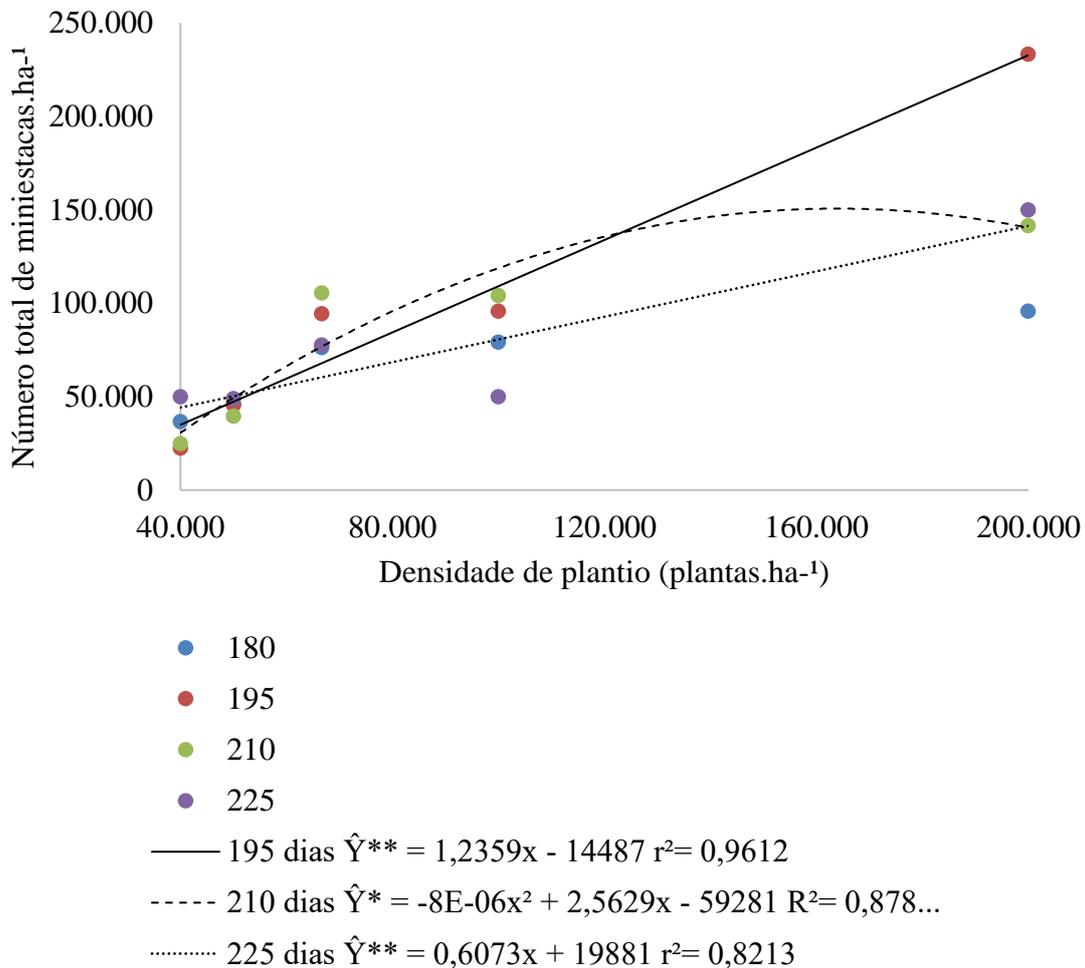
A proporção média de obtenção de miniestacas, na porção basal em relação ao número de hastes coletadas por hectare, ficou em 56,6 %. Os outros 43,4% ficaram distribuídos entre as hastes que não atingiram comprimento e/ou diâmetro mínimos para produção das miniestacas (hastes herbáceas) e as que ultrapassaram os 10 mm de diâmetro. Considerando a média daquelas miniestacas que ultrapassaram os 10 mm de diâmetro, somadas às miniestacas obtidas da porção basal, chega-se a 78,57 % de obtenção de material com hastes lignificadas.

Rocha et al. (2021) mencionam que cerca de 70% das miniestacas colhidas são lenhosas e 30% herbáceas. Somente as lenhosas devem ser utilizadas como material de plantio para a formação de novas áreas. As miniestacas herbáceas poderão ser plantadas em canteiros de multiplicação rápida ou em viveiros, para a produção de novas mudas.

Com relação ao número total de miniestacas por hectare (soma das miniestacas obtidas na porção basal e na porção mediana das hastes), o desdobramento do efeito das densidades de plantio, dentro das épocas de coleta, também não apresentou modelo que se adequasse.

O desdobramento do número total de miniestacas por hectare do efeito das épocas de coleta, dentro das densidades de plantio, é apresentado na Figura 15. Os modelos ajustaram-se para as coletas aos 195, 210 e 225 dias após o plantio, sendo lineares

crecentes para as coletas realizadas aos 195 e 225 dias após plantio, com maior produção de miniestacas na densidade de 200.000 plantas por hectare; e quadrática para a coleta realizada aos 210 dias após plantio, com ponto de máxima na densidade de 160.161 plantas por hectare.



\* significativo, a 5 % de probabilidade; \*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 15:** Número total de miniestacas por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Rocha et al. (2021) citam que, na primeira coleta de miniestacas, chegar-se-ia à produção de 375 mil miniestacas por hectare, numa coleta entre 6 a 7 meses; e à média de 750 mil miniestacas por hectare, numa outra coleta entre 8 a 9 meses, totalizando uma média de 1,125 milhão de miniestacas por hectare (adotando-se o espaçamento de plantio de 0,5 m x 0,2 m).

Nas condições apresentadas por Rocha et al. (2021), desde a primeira coleta de miniestacas, já se obtém uma produção em número bem mais elevado de material de plantio por hectare, atrelado à redução de volume e peso, em relação a uma lavoura de produção comercial de raízes. Aqui foram colhidas 233.333 miniestacas, na densidade de 200.000 plantas por hectare, em coleta realizada aos 195 dias após plantio.

Levando-se em conta que uma área comercial para produção de raízes com plantio, realizado no espaçamento 1,0 m x 0,6 m, seriam obtidas 16.667 plantas na taxa de propagação de 1:5 ou 1:10, após os 12 meses de plantio, seria possível obter, respectivamente, de 83.333 a 166.667 manivas-semente.

Essa quantidade de manivas-sementes, obtidas em lavoura de produção de raízes, foi bem próxima das quantidades que foram obtidas nesse experimento, onde não se consegue obter produção simultânea de raízes. Dessa forma, conseguir evitar perdas de hastes e mortalidade de plantas, durante a produção de miniestacas em condição de campo, é de grande importância para se manter a atratividade dessa nova técnica, garantindo produção mais rápida, de material de plantio em menor volume e peso, facilitando logística de transporte, armazenamento e manuseio.

Os resultados obtidos mostram que os maiores adensamentos de plantio levam ao menor desenvolvimento das hastes em relação ao comprimento e diâmetro, e à redução da área foliar. A competição entre as plantas e o ataque da broca das hastes foram dois possíveis motivos para essa resposta, sendo a mortalidade de plantas maior nos maiores adensamentos, em decorrência da presença da broca.

A atração da broca para esses adensamentos pode ter se dado por funcionarem como melhor abrigo, pontos mais fáceis de alimento e maior facilidade de acasalamento e reprodução, talvez também influenciado pelo plantio em posição vertical, cujas manivas-semente ficam parcialmente expostas acima do nível do solo.

Uma vez que não houve diferença significativa do número de hastes produzidas por planta de mandioca, a maior produção de hastes e de miniestacas por área passa a ser função do maior adensamento de plantas, sendo indicada a densidade de 200.000 plantas por hectare. No entanto, é necessário intenso manejo e controle de pragas, a fim de se obter as produtividades esperadas. Os resultados aqui obtidos foram abaixo do esperado.

O desenvolvimento das hastes e o aspecto lignificado permitiram a obtenção de miniestacas também na porção mediana. A densidade de 200.000 plantas por hectare permitiu a maior obtenção de miniestacas, sejam elas somente da porção basal ou da porção basal somadas às miniestacas da porção mediana, sendo que em ambas as

situações, a maior quantidade foi obtida aos 195 dias após plantio.

#### 4.1.2 Caracterização morfológica das miniestacas (7-10 mm)

Nas Tabelas 6, 7, e 8, estão apresentados os resultados da análise de variância, a média geral da variável e os coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas, para características referentes à caracterização das miniestacas de mandioca produzidas.

O número de cicatrizes foliares e de volume apresentaram diferenças significativas em função das densidades de plantio, a distância entre cicatrizes foliares, no entanto, não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 6).

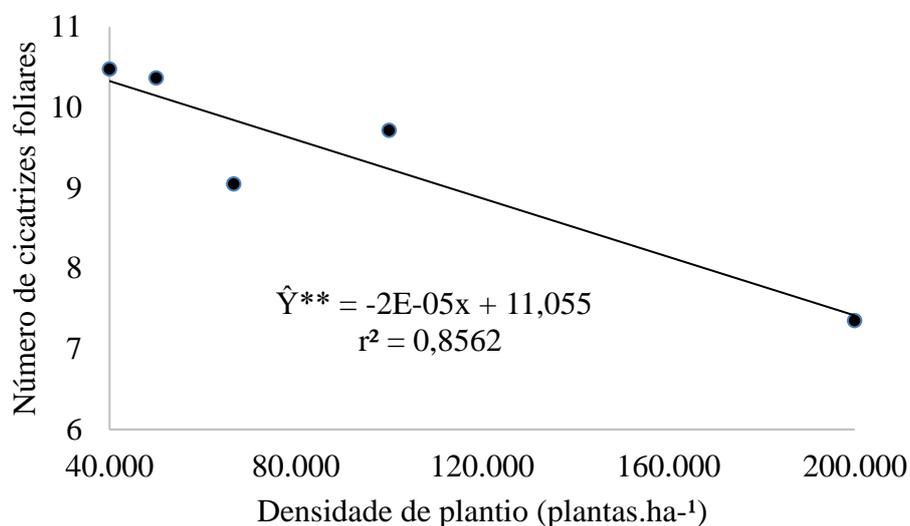
**Tabela 6** - Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para número de cicatrizes foliares (NCF), distância entre cicatrizes foliares (DCF) e volume (V) das miniestacas avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		
		NCF	DCF	V
Blocos	2	0,87	1,14	5,10
Densidades (D)	4	19,53 *	0,43	192,03 **
Resíduo (a)	8	2,81	0,51	25,55
Parcelas	(14)	-	-	-
Ép. Coleta (EC)	3	2,18	0,23	35,83
Interação D x EC	12	0,99	0,13	34,18
Resíduo (b)	30	1,96	0,19	37,01
Total	59	-	-	-
Média geral	-	9,39	1,58	31,83
CV% (D)	-	17,84	45,47	15,88
CV% (EC)	-	14,92	27,66	19,11

\* significativo a 5 % de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O número de cicatrizes foliares decresceu com o aumento da densidade de plantio, saindo de uma média de pouco mais de 10 cicatrizes foliares, no menor adensamento,

para uma média de 7 cicatrizes foliares, nos maiores adensamentos, nas miniestacas com 13 cm de comprimento (Figura 16). Tal comportamento foi decorrente da tendência de ocorrência de estiolamento das hastes em função da competição por luz solar (Daellenbach et al., 2005; Rocha et al., 2021).



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 16:** Número de cicatrizes foliares da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Esse estiolamento não foi verificado no crescimento total das hastes, como discutido anteriormente, em que o comprimento das hastes foi reduzido com o adensamento (Figura 7); bem como não foi encontrada diferença significativa para a distância entre cicatrizes foliares, ficando numa média de 1,58 cm (Tabela 6).

A distância entre cicatrizes foliares foi medida na porção central das miniestacas e não conseguiu identificar esse aumento na distância entre as cicatrizes foliares, responsável pela redução de cerca de 3 cicatrizes foliares entre as miniestacas obtidas no maior adensamento e aquelas obtidas no menor adensamento.

Essa tendência de alongamento entre as cicatrizes foliares, em função do aumento na densidade de plantio, segue o que era esperado acerca do estiolamento das hastes (Daellenbach et al., 2005; Rocha et al., 2021), mas só é observado na porção mais basal da haste, de maior idade fisiológica.

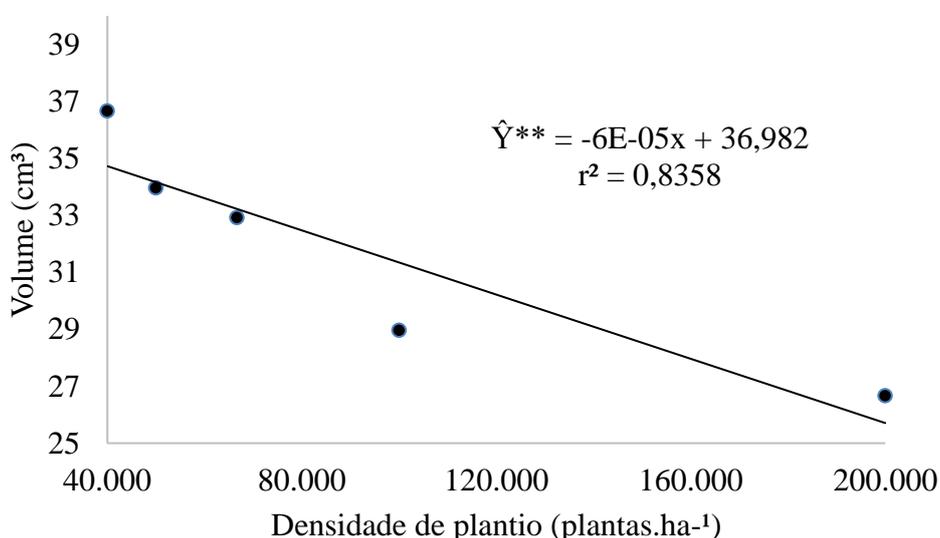
Durante o desenvolvimento inicial, houve tendência de estiolamento por

competição por luz. No entanto, nos meses mais próximos às coletas dessas hastes, o comprimento total das hastes adota comportamento oposto ao esperado, reduzindo com o aumento do adensamento. Como discutido, isso pode ter se dado devido à competição entre plantas, à broca das hastes e redução da área foliar.

A competição por recursos, seja entre plantas ou devido ao estresse causado pela incidência das brocas, só deve ter iniciado em período posterior ao desenvolvimento dessa porção mais basal, atingindo os padrões de crescimento e desenvolvimento acima da porção de onde foram obtidas as miniestacas, de acordo com o que foi discutido previamente para crescimento das hastes e área foliar.

O número de cicatrizes foliares das miniestacas, obtidas neste experimento, foram ainda superiores ao obtido por Rocha et al. (2021), para miniestacas de 13 a 15 cm de comprimento, que conteriam um número variável de 2 a 4 cicatrizes foliares (gemas), enquanto aqui obteve-se a média de 9,39 cicatrizes foliares (Tabela 6).

O volume das miniestacas decresceu em função do aumento da densidade de plantio (Figura 17). A densidade de 200.000 plantas por hectare permite a obtenção de miniestacas com menor volume, cerca de 10 cm<sup>3</sup> a menos que as miniestacas obtidas na densidade de 40.000 plantas por hectare.



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 17:** Volume em cm<sup>3</sup> de 3 miniestacas em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Manivas-sementes convencionais de 20 cm de comprimento e 20 mm de diâmetro, mensuradas com mesma metodologia, geram volume médio de 226,2 cm<sup>3</sup>. Se estas forem reduzidas para 13 cm de comprimento, comprimento igual ao das miniestacas, o volume médio é de 149,4 cm<sup>3</sup>.

Da Silva (2021), comparando o volume em cm<sup>3</sup> de manivas de diferentes comprimentos e média de 27,7 mm de diâmetro, obteve o volume de 69,9 cm<sup>3</sup> para manivas de 12 cm de comprimento. Resultado bem próximo ao aqui obtido para manivas de 13 cm de comprimento, para fins de comparação. Dividindo-se 149,4 cm<sup>3</sup> pelas três manivas mensuradas, obtém-se a média de 49,8 cm<sup>3</sup> por maniva, tal diferença estaria relacionada ao menor diâmetro das manivas utilizadas neste experimento.

O volume médio das 3 miniestacas foi de 31,83 cm<sup>3</sup> (Tabela 6), assim, a redução de volume, comparando às manivas-semente convencionais e às manivas cortadas com 13 cm de comprimento, foi de 7,1 e 4,7 vezes, respectivamente. As miniestacas correspondem, então, a 14% do volume das manivas convencionais e 21,3 %, se comparada às manivas convencionais cortadas em 13 cm de comprimento.

A redução do volume facilita o transporte desse material de plantio (Da Silva, 2021; Rocha et al., 2021). Uma vez que todas as miniestacas apresentam o comprimento de 13 cm, a redução no volume se dá devido à redução no diâmetro geral das miniestacas. Rocha et al. (2021) mencionam que, em uma caixa de isopor de 220 L (0,22 m<sup>3</sup>), é possível armazenar aproximadamente de 10 a 15 mil miniestacas.

Volumes menores permitem o transporte em aviões, navios e via rodoviária, facilitando o deslocamento de volumes adequados para o plantio de áreas maiores, conferindo vantagens de logística, mas também operacionais, como, por exemplo, por meio do plantio mecanizado (que requer aperfeiçoamento e avanços) (Da Silva, 2021; Rocha et al., 2021). Volumes menores causam menos dano mecânico nas manivas o que reflete em maiores taxas de brotação das gemas, quando são plantadas no campo para a produção de raízes.

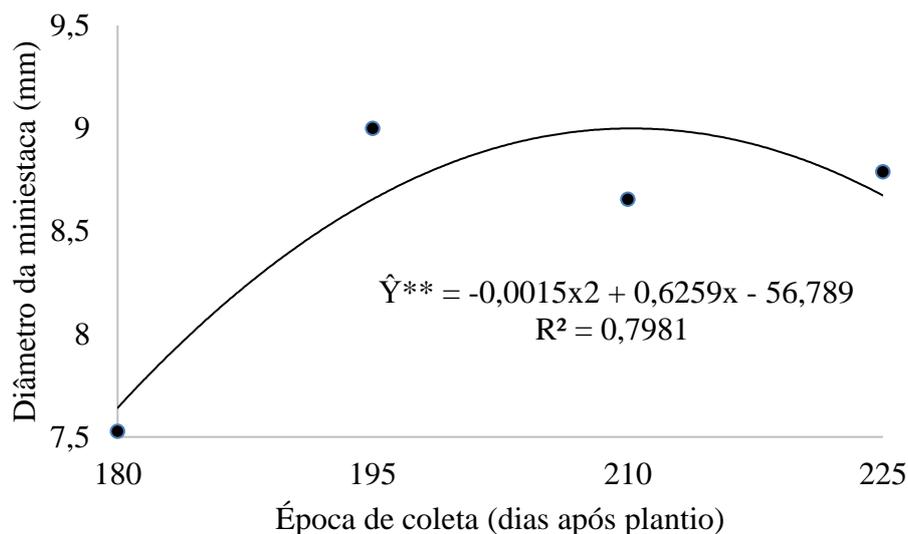
Pela análise de variância, o diâmetro na base das miniestacas somente foi influenciado pelas épocas de coleta. O diâmetro da medula apresentou efeito significativo, somente quando comparado às densidades de plantio, e a relação diâmetro da medula, diâmetro da miniestaca sofreu efeito das densidades de plantio e das épocas de coleta (Tabela 7).

**Tabela 7** - Análise de variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para diâmetro (D), diâmetro da medula (DMM) e relação diâmetro da medula/diâmetro da miniestaca (RDMM/D) avaliadas para produção de miniestacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		
		D	DMM	RDMM/D
Blocos	2	0,05	0,61	73,25
Densidades (D)	4	0,60	0,74 *	87,38 *
Resíduo (a)	8	0,40	0,17	21,67
Parcelas	(14)	-	-	-
Ép. Coleta (EC)	3	6,52 **	1,09	515,91 **
Interação D x EC	12	0,45	0,56	69,48
Resíduo (b)	30	0,33	0,62	82,14
Total	59	-	-	-
Média geral	-	8,49	3,16	37,48
CV% (D)	-	7,47	13,08	12,42
CV% (EC)	-	6,80	24,94	24,18

\* significativo a 5 % de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O diâmetro na base das miniestacas foi influenciado pelas épocas de coleta, sendo o modelo quadrático o que se ajustou para melhor explicar os resultados (Figura 18). A média dos diâmetros sai de um pouco mais de 7,5 mm na coleta realizada aos 180 dias, aumenta na coleta seguinte, passa pelo ponto de máxima aos 208 dias após plantio e decresce na última coleta. Tal comportamento se dá pelo ganho de diâmetro das hastes, à medida que elas ficam em campo, completando o desenvolvimento.



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

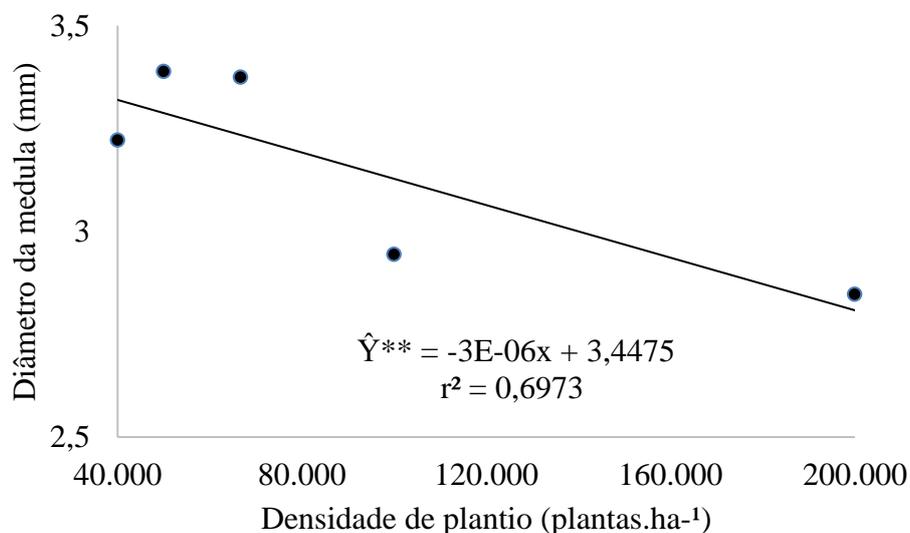
**Figura 18:** Diâmetro na base da miniestaca em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Como discutido anteriormente, o crescimento das hastes também apresentou comportamento similar, estando associado aos padrões de crescimento relacionados às condições ambientais e à saída do repouso fisiológico. Além disso, o diâmetro das miniestacas deveria ficar no padrão entre 7 e 10 mm, assim, nas três últimas coletas, a média dos diâmetros das miniestacas ficaram variando, então, entre 8,5 e 9,0 mm, pois mesmo com a coleta de hastes com diâmetro superior, estas já não seriam mais consideradas.

O ganho em diâmetro faz parte do crescimento secundário das plantas, e surge em resposta à necessidade de que as mesmas têm de transportar mais água e nutrientes, bem como conferir sustentação à planta em crescimento, por meio da deposição de lignina, para garantir estabilidade e reforçar os tecidos vasculares para transporte de água (Tonn e Greb, 2017; Cai et al., 2023). Assim, o crescimento em comprimento das hastes, discutido anteriormente, foi acompanhado pelo ganho em diâmetro das miniestacas com o passar do tempo.

O diâmetro da medula decresceu linearmente com o aumento da densidade de plantio (Figura 19), no entanto, a variação é algo mínimo, ficando todos os valores no intervalo de 1 mm. Essa redução do diâmetro da medula está associada aos padrões de crescimento (comprimento e diâmetro das hastes) apresentados e discutidos

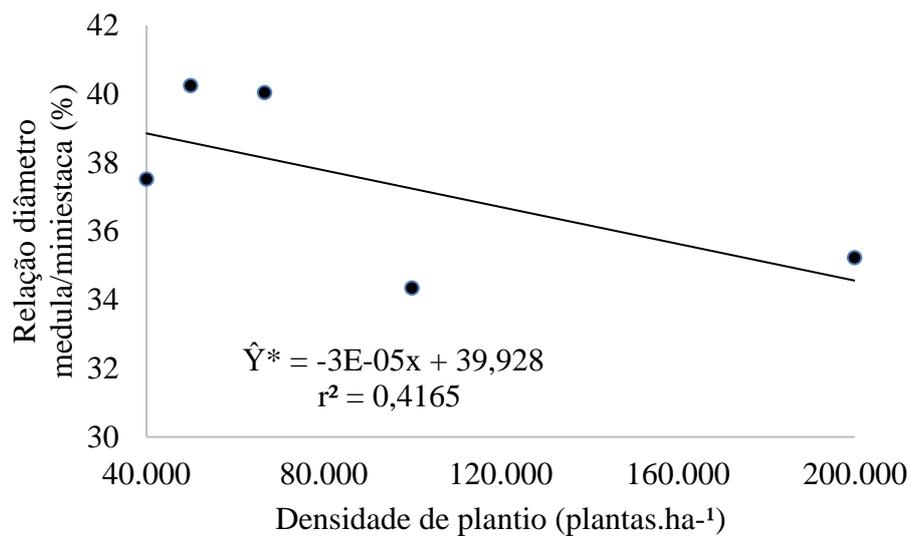
anteriormente, que reduziram com o aumento da densidade de plantio.



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 19:** Diâmetro da medula da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

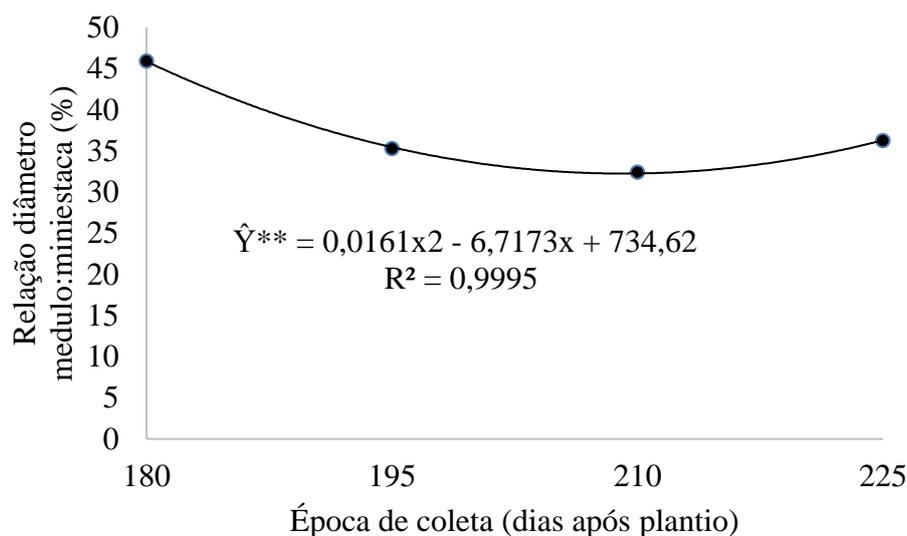
A relação diâmetro da medula/diâmetro da miniestaca também decresceu linearmente com o aumento da densidade de plantio (Figura 20). Nas menores densidades de plantio, a relação ficou próxima a 40 %, decrescendo com maiores adensamentos, ficando próxima de 35 %. Para manivas convencionais, recomenda-se uma relação diâmetro de medula/diâmetro de maniva de 50 % ou menos, a fim de garantir que a maniva-semente tenha proporcionalmente maior conteúdo de reservas e não seja tão suscetível à dessecação (Aquiles, 2014; Santos et al., 2009).



\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 20:** Relação diâmetro da medula/diâmetro da miniéstaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

A relação diâmetro da medula/diâmetro da miniéstaca apresentou comportamento quadrático, decrescendo com as épocas de coleta de 180 e 195 dias, com ponto de mínima curvatura aos 208 dias após plantio, voltando a subir até os 225 dias após plantio (Figura 21). Essa redução proporcional da medula pode estar associada ao aumento dos tecidos externos das miniéstacas ao desenvolver xilema, floema e epiderme (Tonn e Greb, 2017).



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 21:** Relação diâmetro da medula/diâmetro da miniéstaca em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Observa-se uma variação em torno de 10%, variando entre 45 % e 35 % entre as épocas de coleta. Para manivas convencionais, recomenda-se uma relação diâmetro de medula/diâmetro de maniva de 50 % ou menos, a fim de garantir que a maniva-semente tenha proporcionalmente maior conteúdo de reservas e não seja tão suscetível a dessecação (Aquiles, 2014; Santos et al., 2009).

A massa fresca das miniéstacas apresentou efeito significativo nas densidades de plantio. Para massa seca e teor de massa seca, efeitos significativos foram observados nas épocas de coleta (Tabela 8).

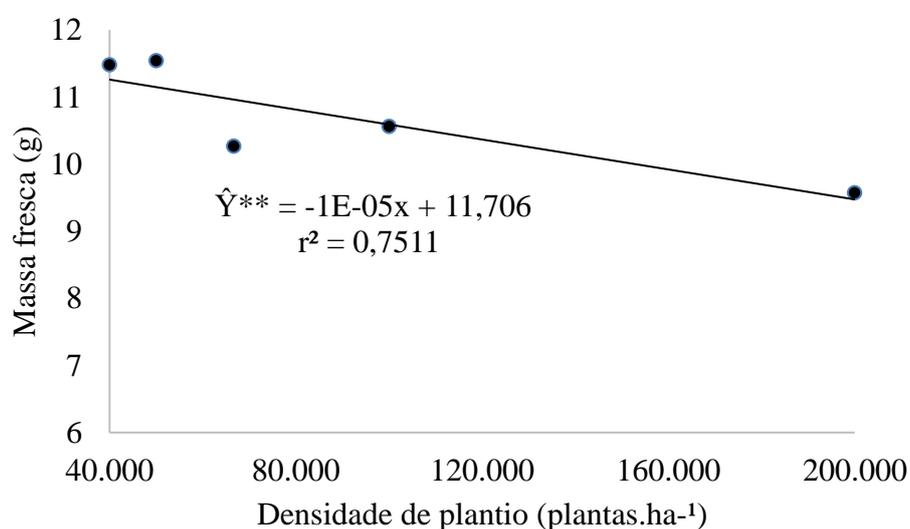
**Tabela 8 -** Análise de Variância, média geral da variável, coeficientes de variação para parcelas e para subparcelas para massa fresca (MF), massa seca (MS) e teor da massa seca (TMS) avaliadas para produção de miniéstacas em condições de campo. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		
		MF	MS	TMS
Blocos	2	0,54	0,12	14,15

Densidades (D)	4	8,38 **	1,29	42,70
Resíduo (a)	8	0,99	0,61	38,60
Parcelas	(14)	-	-	-
Ép. Coleta (EC)	3	1,54	5,24 **	331,95 **
Interação D x EC	12	4,39	0,66	15,67
Resíduo (b)	30	4,16	0,85	41,39
Total	59	-	-	-
Média geral	-	10,69	2,60	24,01
CV% (D)	-	9,32	29,99	26,01
CV% (EC)	-	19,09	35,39	26,80

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

Conforme visto para os parâmetros de crescimento das hastes, área foliar e volume, também houve redução da massa fresca das miniestacas com o aumento da densidade de plantio. O comportamento adotado seguiu tendência linear decrescente, reduzindo em cerca de 2 gramas (Figura 22).

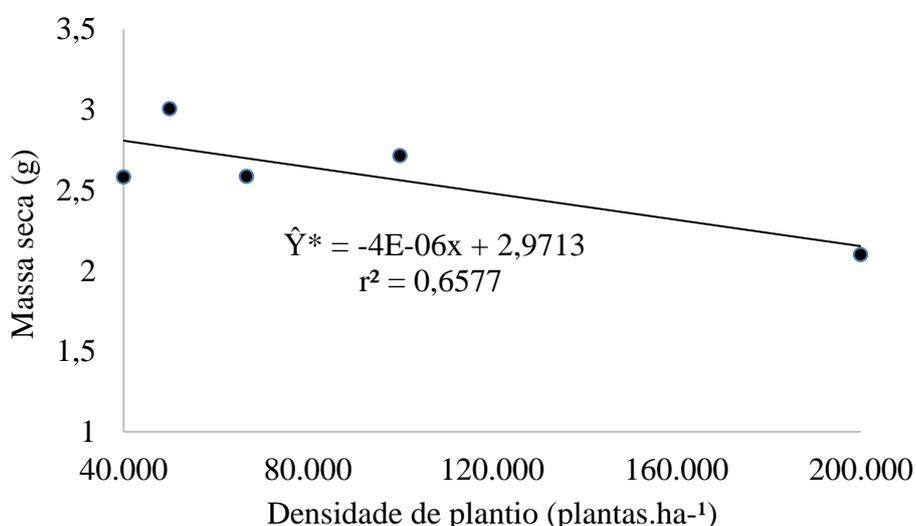


\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 22:** Massa fresca da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Apesar dessa redução, em quaisquer das situações, as miniestacas obtidas ainda se encontram dentro dos padrões estabelecidos, que varia de 7 a 10 g de massa fresca. Menor peso e menor volume conferem maiores facilidades para logística de transporte, manuseio (Da Silva, 2021; Rocha et al., 2021) e tratamentos fitossanitários (Zera et al., 2016).

Na análise de variância, não foi constatado efeito significativo das densidades de plantio sobre a massa seca das miniestacas, no entanto, a análise de variância da regressão apontou modelo linear decrescente significativo. Com o aumento da densidade de plantio, houve redução da massa seca da miniestaca (Figura 23).



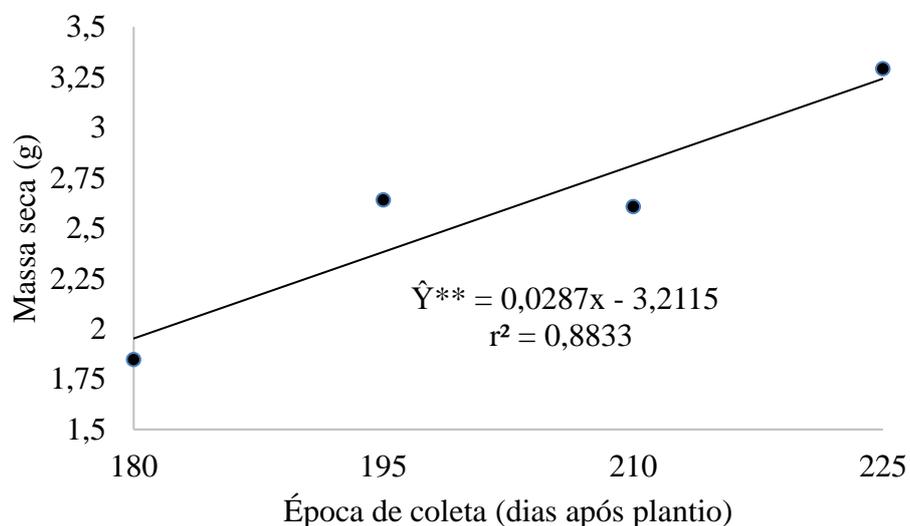
\* significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 23:** Massa seca da miniestaca em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista - BA. 2022.

Tal resultado corrobora os resultados discutidos anteriormente sobre formação de tecidos vegetais, o acúmulo de reservas, formação de hemicelulose, celulose e lignina, a fim de atender às necessidades fisiológicas de sustentação, transporte de água e nutrientes (Tonn e Greb, 2017; Yang et al., 2021; Cai, et a, 2023), sendo maior nas hastes produzidas em menor adensamento em relação às hastes em maior adensamento.

A massa seca foi afetada pelas épocas de coleta e o modelo que mais se ajustou para explicar os resultados foi o linear crescente (Figura 24). A massa seca das miniestacas sai de valor em torno de 2 gramas aos 180 dias após plantio, para valor

superior a 3 gramas aos 225 dias após plantio, o que representa maior formação de tecidos vegetais, o acúmulo de reservas, formação de hemicelulose, celulose e lignina (Tonn e Greb, 2017; Yang et al., 2021; Cai, et al., 2023), com o passar do tempo, ocorrendo maturação dos tecidos que vão deixando de ser tenros.

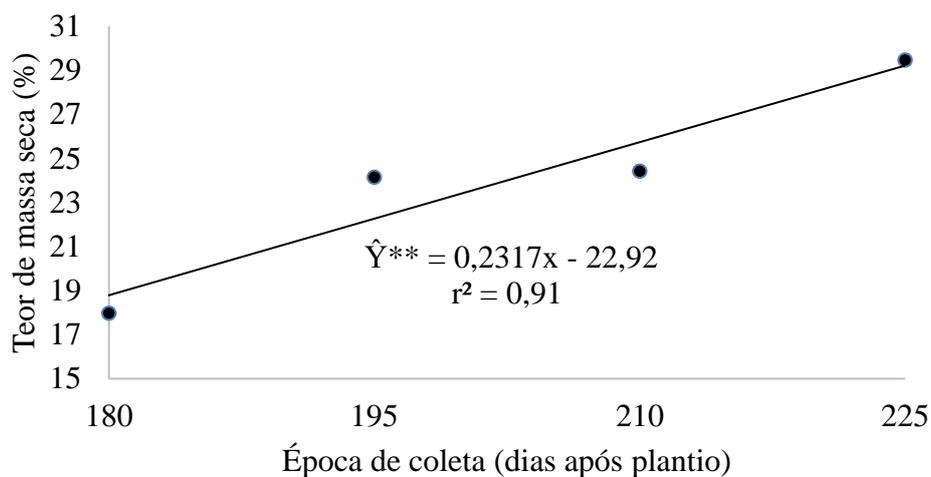


\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 24:** Massa seca da miniestaca em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

O acúmulo de massa seca nas hastes em comportamento linear, enquanto foi observado comportamento quadrático no crescimento das hastes, reflete o que foi apresentado por Connor (2019), que menciona que a competição dos órgãos vegetais das plantas de mandioca pelos fotoassimilados não necessariamente segue o padrão de armazenar o excedente de reservas, mas, sim, o de alocá-los de acordo com o desenvolvimento e exigência dos órgãos da planta.

O teor de massa seca segue comportamento similar ao da massa seca, apresentando comportamento linear crescente com aumento dos dias após o plantio para a realização das coletas (Figura 25). Conforme mencionado, tal fato está relacionado com o crescimento e desenvolvimento das plantas, e a maturação dos tecidos que deixam de ser mais tenros e têm diminuição do seu conteúdo de água.



\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, pela análise de variância da regressão.

**Figura 25:** Teor de massa seca da miniestaca em função da época de coleta. Vitória da Conquista - BA. 2022.

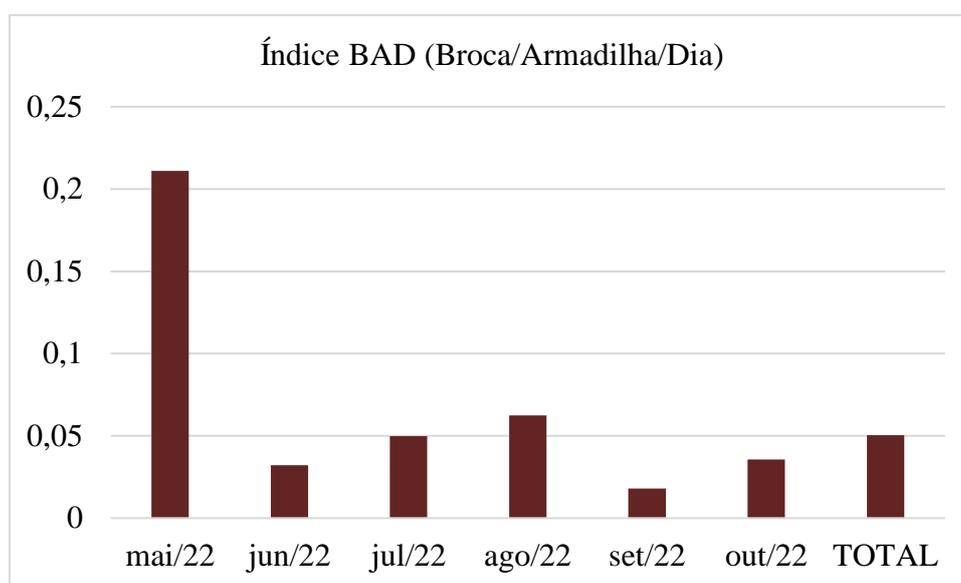
Assim, as miniestacas, colhidas aos 180 dias após plantio, têm em torno de 19 % de teor de massa seca, ou seja, 81 % dos tecidos seriam compostos por água, e passa para valor em torno de 30 % aos 225 dias após plantio, quando a água ocuparia cerca de 70 % dos tecidos das miniestacas.

Da Silva (2021) obteve média de 41,5 gramas de umidade e 16,2 gramas de massa seca em manivas com média de 56,0 gramas de massa fresca. Em termos percentuais, essas manivas utilizadas para plantio teriam 74,11% de umidade e 25,89% de massa seca, respectivamente, valores próximos aos obtidos para essas miniestacas, principalmente em coletas mais tardias. O teor de massa seca está relacionado com o conteúdo de fibras e reservas contidas nas manivas (Siloto e Fernandes, 2016; Cai et al., 2023).

De forma geral, com base no que foi apresentado, observa-se que ocorre diminuição dos valores para características como volume, peso da massa fresca e massa seca com o aumento do adensamento, mas os valores ainda estão na faixa do recomendado para as miniestacas. Nas condições aqui encontradas, as coletas seriam recomendadas a partir dos 195 dias após plantio, utilizando-se o adensamento de 200.000 plantas por hectare onde se consegue maiores produtividades de miniestacas associadas com maior qualidade nutricional ao se analisar o ganho em massa seca com o passar do tempo.

## 4.2 Índice BAD e dispersão da broca das hastes

O resultado mensal e total do Índice BAD (broca/armadilha/dia) é apresentado na Figura 4. Nota-se, no mês de maio, início do monitoramento e controle, maior presença da praga, ficando o índice BAD com valor em torno de 0,2. Com o controle, nos meses seguintes, os valores do Índice decresceram, mas ficaram com tendência de crescimento, aparentemente acompanhando o aumento das temperaturas no período, como pode ser verificado na Figura 26.



**Figura 26:** Índice BAD para monitoramento e controle da broca das hastes no período de maio a outubro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023.

A exceção ocorre no mês de setembro, provavelmente devido à nova queda das temperaturas mínimas, entre os meses de julho e agosto. Essa diminuição de temperaturas mínimas pode ter levado à menor locomoção e/ou multiplicação do inseto-praga, afetando a população e captura do mesmo no mês de setembro.

De acordo com Rozsypal (2022), a temperatura é um dos fatores que mais afetam o ciclo de vida dos insetos e de outros organismos, afetando taxas de reações bioquímicas, de atividade, de crescimento, desenvolvimento e reprodução. Temperaturas baixas ou elevadas, além do adequado, afetam esses processos e, a depender do quão críticas sejam, podem levar à morte dos insetos. Dessa forma, existe uma faixa ideal, na qual os insetos podem desenvolver seu ciclo de forma ótima.

Abbas et al. (2023) trazem a mesma afirmação sobre o efeito das temperaturas sobre as populações de insetos. Estudando populações de pulgões em trigo, encontraram influência positiva do aumento das temperaturas e da umidade com o aumento da quantidade de pulgões. Enquanto as temperaturas mais baixas (inferiores a 16°C) faziam com que as populações de pulgões fossem menores.

A definição de temperatura baixa depende da espécie considerada, mas, também, do estado fisiológico do inseto, e poderia ser entendida como a temperatura abaixo do qual a atividade, o crescimento ou o desenvolvimento de dada espécie passam a ser afetados negativamente (Rozsypal, 2022). Assim, a redução das temperaturas mínimas no período pode explicar a redução nos valores do índice BAD, nos meses de setembro e outubro.

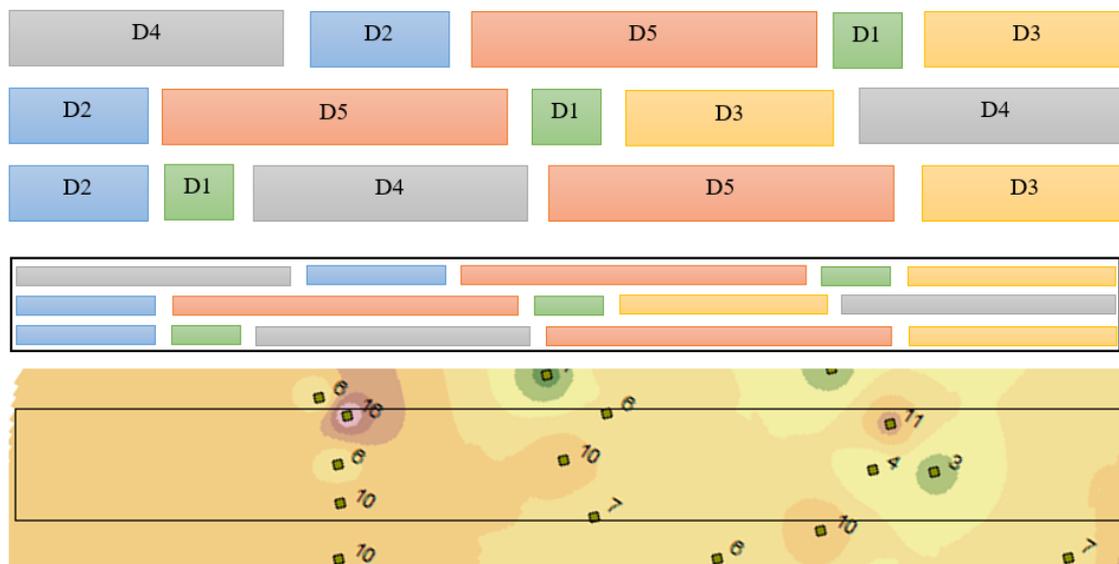
O Índice BAD total do período de monitoramento ficou próximo a 0,05. Tanto os valores mensais quanto o valor total do Índice BAD foram inferiores ao valor estipulado por Carvalho (2015), como valor crítico (valor médio do índice BAD igual ou superior a um) para medidas de controle. No entanto, o autor relata que a presença de apenas um indivíduo da broca das hastes já é suficiente para causar a morte da planta atacada, sendo o nível de dano econômico (NDE) muito baixo.

O dano se dá quando as fêmeas deste inseto ovipositam em áreas tenras das hastes das plantas de mandioca. Quando as larvas eclodem, iniciam a alimentação, escavando galerias no interior das hastes. Essas galerias impedem a circulação da seiva, debilitando a planta, e posteriormente causando a sua morte (Carvalho, 2015; Carvalho, Ringenberg, Pietrowiski, 2015).

A disposição das parcelas na área do experimento (croqui), o total de brocas coletadas por armadilha e o mapa de dispersão pelo IDW, gerado com a utilização dos programas Qgis e ArcGis, estão apresentados na Figura 27. D1, D2, D3, D4 e D5 correspondem, respectivamente, às densidades de 200.000, 100.000, 66.667, 50.000 e 40.000 plantas por hectare, alocadas em delineamento, em blocos casualizados. A área delimitada com o polígono identifica as 9 armadilhas instaladas na área do experimento.

No mapa de dispersão IDW (Figura 27), verifica-se os pontos onde foram dispostos as armadilhas e o número total de insetos coletados, durante o período de maio a outubro de 2022. O mapa faz a associação da quantidade de brocas coletadas em cada armadilha e simula a ocorrência do inseto-praga em outros pontos por meio de escala de cores. Nota-se que é possível encontrar uma correspondência de maiores quantidades de insetos onde foram alocadas as parcelas com maior adensamento de plantas (nas

densidades D1 e D2).



**Figura 27:** Esquema da disposição das parcelas na área do experimento – croqui (D1, D2, D3, D4 e D5 correspondem, respectivamente, às densidades de 200.000, 100.000, 66.667, 50.000 e 40.000 plantas por hectare); e mapa IDW para o total de brocas das hastes por armadilha, coletadas no período de maio a outubro de 2022. Vitória da Conquista - BA, 2023.

O princípio de funcionamento das armadilhas CNPMF é atrair os adultos da broca das hastes ao utilizar raízes de variedades suscetíveis de mandioca que são colocadas sob telha de barro, fornecendo abrigo, local de alimentação e acasalamento para esses insetos, permitindo o monitoramento e controle (Carvalho, 2015).

Efeito similar pode ter ocorrido com o adensamento de plantio, deixando o ambiente mais favorável à ocorrência e multiplicação da broca das hastes, pela proximidade das plantas. Outro fator que pode ter contribuído foi a forma de plantio, uma vez que foi feito com manivas-semente em posição vertical, ficando parte destas expostas.

### 4.3 Etapa 2

Os resultados da análise de variância e dos testes Tukey, para a segunda etapa do experimento, quando se avaliou a capacidade de brotação das miniestacas de acordo com os agrupamentos de diâmetros e também de acordo com os períodos de armazenamento,

são apresentados a seguir.

### 4.3.1 Caracterização das miniestacas para plantio

A análise de variância apontou efeito significativo para o número de cicatrizes foliares das miniestacas, apenas para o primeiro período de armazenamento (0 dias de armazenamento), não havendo diferença para as miniestacas destinadas aos outros períodos de armazenamento (Tabela 9). De uma forma geral, a média do número de cicatrizes foliares das miniestacas ficou entre 7 e 9. Quantidade acima do mencionado por Rocha et al. (2021), que era de cerca de 2 a 4 cicatrizes foliares (gemas) para miniestacas; e por Da Silva (2021), que obteve média de 6 cicatrizes foliares (gemas) em manivas convencionais, cortadas com 12 cm de comprimento.

**Tabela 9** Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do número de cicatrizes foliares (NCF) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios			
		0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	26,05 **	0,39	0,69	3,72
Resíduo	15	2,24	3,89	0,33	3,49
Média geral	-	8,89	8,78	2,63 (6,92)	9,11
CV (%)	-	16,85	22,47	21,93	20,50

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

O teste Tukey apenas apontou diferença estatística para as miniestacas destinadas a 0 dias de armazenamento, em que as miniestacas do agrupamento padrão apresentaram maior número de cicatrizes foliares em relação às miniestacas com diâmetro entre 4-7 mm. O grupo das miniestacas com diâmetro superior a 10 mm não diferiu estatisticamente desses dois grupos. Nos demais períodos de armazenamento, não houve diferença no número de cicatrizes foliares entre os tratamentos (Tabela 10).

**Tabela 10** - Número de cicatrizes foliares (NCF) das miniestacas de mandioca obtidas de

coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	8,83 ab	9,00 a	2,69 a (7,24)	8,83 a
7-10 mm	11,00 a	8,83 a	2,94 a (8,64)	10,00 a
4-7 mm	6,83 b	8,50 a	2,26 a (5,11)	8,50 a
DMS (5%)	2,2467	2,9573	0,8656	2,8011

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Bridgemohan e Bridgemohan (2014) mencionam que manivas-semente mais longas e com número de cicatrizes foliares superior a 10 apresentam uma maior chance de conservar sua viabilidade, sendo recomendado que as manivas-semente tenham de 5 a 7 cicatrizes foliares. Da Silva (2021) trabalhou com manivas de até 4 cm de comprimento, com média de 1,4 cicatrizes foliares (gemas), plantadas em condições de campo sob irrigação, e a viabilidade desse material de plantio não foi afetada, o que não ocorre em condições de sequeiro.

Para os quatro períodos de armazenamento, a análise de variância apontou efeito significativo para o peso inicial, em gramas, das miniestacas, de acordo com os tratamentos (Tabela 11).

**Tabela 11** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do peso inicial (PI) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios			
		0 dias <sup>1</sup>	8 dias <sup>1</sup>	16 dias	24 dias <sup>1</sup>
Tratamentos	2	9,85 **	8,11 **	475,30 **	11,12 **
Resíduo	15	0,21	0,31	7,00	0,09
Média geral (g)	-	3,07 (9,43)	3,13 (9,80)	10,20	3,04 (9,24)
CV (%)	-	15,08	17,78	25,94	10,02

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.  
\*\* significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

O teste Tukey aponta que as miniestacas, com diâmetro superior a 10 mm, têm peso superior às miniestacas de ambos os grupos de menor diâmetro. O peso das miniestacas do grupo de 7-10 mm não se diferiu estatisticamente do grupo de miniestacas de diâmetro de 4-7 mm, no armazenamento por 8 dias, mas foi estatisticamente superior a estes nos armazenamentos por 0, 16 e 24 dias (Tabela 12).

**Tabela 12** - Peso inicial (PI), em gramas, das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias <sup>1</sup>	8 dias <sup>1</sup>	16 dias	24 dias <sup>1</sup>
10 mm	4,42 a (19,54)	4,38 a (19,18)	20,13 a	4,39 a (19,27)
7-10 mm	2,90 b (8,41)	2,92 b (8,53)	7,51 b	3,06 b (9,36)
4-7 mm	1,88 c (3,53)	2,08 b (4,33)	2,95 c	1,67 c (2,79)
DMS (5%)	0,6932	0,8336	3,9676	0,4566

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De forma geral, observa-se redução do peso médio das miniestacas, de acordo com a redução dos diâmetros. Uma vez que as miniestacas possuem o mesmo comprimento (13 cm), as variações no peso para menos estão associadas à redução do diâmetro nos diferentes agrupamentos (Tabela 12).

Rocha et al. (2021) apontam que o peso ideal das miniestacas varia entre 7 e 10 gramas. Assim, as miniestacas do grupo de diâmetro 7-10 mm se enquadram mais nesse padrão. Miniestacas do grupo de diâmetro superior a 10 mm, além do ganho em diâmetro, mais que dobram de peso. O que não é desejável para a produção de miniestacas, uma vez que se busca redução de volume e peso do material de plantio.

A análise de variância apontou efeito significativo para o peso ao plantio das miniestacas, de acordo com os tratamentos, para os quatro períodos de armazenamento (Tabela 13). Nota-se que, com o armazenamento, há decréscimo da média geral para essa característica nas miniestacas.

**Tabela 13** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do peso ao plantio (PP) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias

após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios			
		0 dias <sup>1</sup>	8 dias <sup>1</sup>	16 dias	24 dias <sup>1</sup>
Tratamentos	2	9,85 **	7,77 **	324,07 **	10,63 **
Resíduo	15	0,21	0,28	5,18	0,10
Média geral (g)	-	3,07 (9,43)	2,89 (8,35)	7,26	2,23 (4,97)
CV (%)	-	15,08	18,43	31,35	14,13

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

O teste Tukey aponta que as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm têm peso ao plantio superior às miniestacas de ambos os grupos de miniestacas de menor diâmetro. O grupo de miniestacas de 7-10 mm não se diferiu estatisticamente do grupo de miniestacas de diâmetro de 4-7 mm, nos armazenamentos por 8 e 16 dias, mas foi estatisticamente superior a estes nos armazenamentos por 0 e 24 dias (Tabela 14).

**Tabela 14** - Peso ao plantio (PP), em gramas, das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias <sup>1</sup>	8 dias <sup>1</sup>	16 dias	24 dias <sup>1</sup>
10 mm	4,42 a (19,54)	4,12 a (16,97)	15,57 a	3,56 a (12,67)
7-10 mm	2,90 b (8,41)	2,66 b (7,08)	4,62 b	2,25 b (5,06)
4-7 mm	1,88 c (3,53)	1,88 b (3,53)	1,60 b	0,89 c (0,79)
DMS (5%)	0,6932	0,7983	3,4141	0,4730

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De forma geral, observa-se redução do peso médio das miniestacas, de acordo com a redução dos diâmetros (Tabela 14), e pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento dos tecidos (Tonn e Greb, 2017), e acúmulo de reservas (Yang et al., 2021). Nota-se, também, uma redução da média geral do peso ao plantio com o aumento do período de armazenamento, o que pode se dá pelos processos respiratórios e de desidratação das miniestacas (Tabela 13). Rodrigues et al. (2024) observaram que

temperaturas mais altas e maiores tempos de armazenamento permitem maiores taxas de processos metabólicos, consumo de reservas e perda de umidade em sementes de pupunha.

Ao analisar a percentagem de perda de umidade, a análise de variância apontou efeito significativo entre os tratamentos, para os três períodos de armazenamento. Após armazenar as miniestacas por 8 dias, a perda média de umidade foi de cerca de 16 %, de 37 % após 16 dias de armazenamento, e de 50% do peso inicial das miniestacas aos 24 dias após a coleta (Tabela 15).

**Tabela 15** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da perda de umidade (PU) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 3 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		
		8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	85,35 **	8,40 **	2.098,80 **
Resíduo	15	10,01	0,84	56,08
Média geral (%)	-	15,64	6,05 (36,60)	50,51
CV (%)	-	20,22	15,16	14,83

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

Aos 8 dias após coleta, as miniestacas do grupo com diâmetro superior a 10 mm perderam cerca de 11 % de umidade, diferindo-se estatisticamente dos outros dois grupos que tiveram perda de umidade superior a 16 % e que não se diferiram entre si (Tabela 16).

**Tabela 16** - Perda de umidade (PU), em percentagem, das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 3 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	11,42 b	4,79 b (22,94)	34,35 c
7-10 mm	16,81 a	6,22 a (38,69)	46,18 b
4-7 mm	18,69 a	7,13 a (50,84)	71,00 a
DMS (5%)	4,7435	1,3743	11,2307

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 16 dias após coleta, as miniestacas com o menor diâmetro já haviam perdido cerca de 50 % de umidade; o grupo de miniestacas com diâmetro padrão havia perdido média de umidade superior a 38%, esses tratamentos não se diferiram entre si, mas diferiram-se estatisticamente do grupo de miniestacas com diâmetro superior a 10 mm, que perdeu em média cerca de 23 % de umidade (Tabela 16).

Aos 24 dias após coleta, todos os agrupamentos se diferiram entre si. As miniestacas com maior diâmetro haviam perdido pouco mais de 34 % de umidade, seguidas das miniestacas de diâmetro padrão que haviam perdido cerca de 46 % de umidade e as miniestacas com menor diâmetro já haviam perdido cerca de 70 % de umidade, evidenciando que os tecidos ainda são muito tenros e jovens, mais suscetíveis à dessecação (Tabela 16).

#### 4.3.2 Caracterização das plantas obtidas das miniestacas

Nos plantios realizados com as miniestacas armazenadas por 16 e 24 dias após coleta, as miniestacas do agrupamento de 4-7 mm não emitiram brotações. Assim, para esses dois períodos, as análises de variância e testes de média foram realizados somente entre os tratamentos de miniestacas com diâmetro de 7-10 mm em comparação com as miniestacas do tratamento com diâmetro superior a 10 mm.

A análise de variância apenas apontou diferença significativa entre os tratamentos para a percentagem de brotação das gemas das miniestacas de mandioca para os 16 dias de armazenamento. Para os demais, não houve diferenças significativas (Tabela 17).

**Tabela 17** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação para percentagem de brotação das gemas (PB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias <sup>1</sup>	24 dias

Tratamentos	2	256,89	114,43	1	59,18 **	56,60
Resíduo	15	250,43	426,66	10	4,84	165,69
Média geral (%)	-	21,05	32,24	-	3,40 (11,56)	6,72
CV (%)	-	75,17	64,06	-	64,70	191,63

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

Nota-se que, no primeiro período de armazenamento (0 dias), a percentagem de brotação das gemas não se difere entre os três tratamentos e varia de 17 a 28 %. Também não há diferença na percentagem de brotação entre os tratamentos, quando as miniestacas foram armazenadas por 8 dias antes do plantio, observando-se que os valores agora variam entre 27 e 35 % (Tabela 18).

**Tabela 18** - Percentagem de brotação das gemas (PB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	28,61 a	35,72 a	5,62 a (31,58)	8,89 a
7-10 mm	17,10 a	35,66 a	1,18 b (1,39)	4,55 a
4-7 mm	17,45 a	27,34 a	-	-
DMS (5%)	23,73	30,97	2,8289	16,56

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores, obtidos no segundo período de armazenamento, podem ser explicados pelo processo de brotação ter se iniciado ainda durante o armazenamento e ter favorecido o processo de emissão dos brotos, quando as miniestacas foram plantadas nas câmaras de brotação 8 dias após coleta. Rodrigues et al. (2024) comentam que, durante o armazenamento de sementes de pupunha, pode haver superação de dormência, fazendo com que a germinação seja mais rápida e uniforme, e, conseqüentemente, se obtenham plantas mais vigorosas.

Ao se armazenar por 16 dias, há diferença entre os tratamentos, as miniestacas de diâmetro superior a 10 mm apresentam maiores percentagens de brotação das gemas, mantendo-se próximo dos valores observados nos armazenamentos anteriores. Enquanto

os outros dois grupos apresentam redução nas percentagens de brotação em relação aos armazenamentos anteriores e já não há emissão de brotos das miniestacas do grupo com diâmetro entre 4-7 mm (Tabela 18).

No armazenamento por 24 dias, não há diferença entre os tratamentos. Todos decrescem em relação às percentagens de brotação das gemas, ficando com valores inferiores a 10%, e não há germinação das gemas no tratamento de diâmetro de 4-7 mm (Tabela 18).

Esses resultados evidenciam que o armazenamento, nas condições deste experimento, reduz a viabilidade das miniestacas. Pode-se observar que a redução do peso inicial em valores superiores a 30% (Tabela 16) podem estar relacionados à redução da percentagem de brotação das gemas para valores médios inferiores a 10% (Tabela 18), afetando a viabilidade do material.

Analisando o número de brotações emitidas por cada miniestaca, a análise de variância apontou efeito significativo, de acordo com os tratamentos, apenas para o terceiro período de armazenamento (16 dias). Observa-se decréscimo do número médio de brotos com o aumento do período de armazenamento (Tabela 19).

**Tabela 19** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do número de brotações (NB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias	24 dias
Tratamentos	2	2,67	1,72	1	12,00 *	0,33
Resíduo	15	1,68	2,32	10	1,50	1,63
Média geral	-	1,83	2,61	-	1,50	0,67
CV (%)	-	70,65	58,36	-	81,65	191,70

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

O teste Tukey permite verificar que não há diferença estatística entre nenhum dos três agrupamentos em relação ao número médio de brotos emitidos por cada miniestaca, nos períodos de armazenamento de 0 e 8 dias após coleta. Todos foram viáveis e apresentaram um número de brotações consideravelmente adequado (Tabela 20). Mitchozounou e Vine (1989) constataram a produção de 2,2 hastes em plantas adultas de mandioca obtidas do plantio de manivas-semente com 20 cm. Da Silva (2021) obteve

média de 2,1 brotações por maniva ao testar manivas de 4 a 12 cm de comprimento, as manivas de 12 cm de comprimento produziram, em média, 2,4 brotações.

**Tabela 20** - Número de brotações (NB) das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias	24 dias
10 mm	2,50 a	2,83 a	2,50 a	0,83 a
7-10 mm	1,83 a	3,00 a	0,50 b	0,50 a
4-7 mm	1,16 a	2,00 a	-	-
DMS (5%)	1,9425	2,2853	1,5755	1,6441

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Siloto e Fernandes (2016) observaram de 2,6 a 3 brotos por mini-maniva com duas cicatrizes foliares (gemas), plantadas em câmaras de brotação. Esses autores mencionam trabalhos de Porto e colaboradores (1979), que não obtiveram diferenças em relação ao número de brotos entre duas cultivares; e de Alves e colaboradores (2009) em que se obteve 3,1 brotos por manivas da variedade Aciolina, enquanto a cultivar Pão produziu quase duas vezes menos. Assim, o vigor vegetativo pode se dá também devido às variações genéticas.

No armazenamento por 16 dias, foi constatada diferença significativa, sendo que o maior número de brotações foi obtido nas miniestacas com maior diâmetro em relação ao grupo de miniestacas com diâmetro padrão. Observa-se que já não há emissão de brotação para o material de menor diâmetro com 16 dias após coleta. Nesse mesmo período de armazenamento, a média cai para 0,5 brotos por miniestaca para as miniestacas de diâmetro padrão, mostrando que parte das miniestacas desse tratamento já não estavam mais viáveis (Tabela 20).

O número de brotações das miniestacas plantadas aos 24 dias após coleta não mais se diferiu entre si. Todas elas tiveram a capacidade de brotação prejudicada. O material com diâmetro de 4-7 mm não conseguiu emitir brotações, e a média de brotações ficou inferior a 1 para os demais diâmetros, evidenciando que algumas miniestacas não conseguiram emitir brotos após serem armazenadas por tal período (Tabela 20).

Assim, as miniestacas aqui obtidas apresentaram uma viabilidade para plantio

curta, onde o armazenamento, nas condições aqui realizadas, permite redução da capacidade de brotação das hastes. Rocha et al. (2021) relatam uma viabilidade de 15 a 25 dias.

Os resultados aqui obtidos indicam viabilidade por período inferior, uma vez que, aos 16 dias após coleta, o grupo de miniestacas de diâmetro de 7-10 mm já havia reduzido bastante sua média de brotação; e o grupo de miniestacas de diâmetro entre 4-7 mm já havia cessado a emissão de brotações.

Tal redução na percentagem de brotação das gemas e no número de brotações está provavelmente associada à perda de umidade das miniestacas e aos processos fisiológicos, como respiração dos tecidos, levando à desidratação, redução das reservas e, conseqüentemente, ao vigor das plantas (Rodrigues et al., 2024). O crescimento inicial das plantas de mandioca é dependente das reservas da maniva-semente plantada (Moreno-Cadena et al., 2021).

Aquiles et al. (2021) obtiveram melhores resultados para emissão de brotações no sistema de multiplicação rápida, utilizando segmentos basais de ramas de mandioca. Yang et al. (2021) relatam que há acúmulo de amido nas ramas de mandioca e que os conteúdos de hemicelulose e lignina aumentam do topo para a base. Manivas com maior comprimento e/ou diâmetro tendem a ser viáveis por mais tempo. O que pode explicar esses resultados.

Mesmo que as miniestacas tenham sido obtidas de mesma porção das hastes de plantas de mandioca, o diâmetro das miniestacas também tem importante papel na sua viabilidade como material de plantio, principalmente com relação ao armazenamento.

Rocha et al. (2021) afirmam que o rendimento médio de miniestacas, a partir de mudas em aclimatização, é de 50% apenas, pois metade das mudas não atingem o calibre mínimo de 7-10 mm para serem caracterizadas como miniestacas viáveis. Tonn e Greb (2017) explicam que o ganho em diâmetro está associado ao desenvolvimento dos tecidos, como floema e xilema, visando aumentar o aporte de nutrientes, de água e sustentação da planta.

Maiores diâmetros estariam relacionados com maior quantidade de reservas e de teor de água e favorecem melhor emissão de brotações ao longo do tempo. Assim, é necessário que se busque meios de evitar a perda de umidade e reduzir a deterioração das miniestacas, a fim de manter o potencial de brotação desse material por maiores períodos.

Rodrigues et al. (2024) observaram que teores de umidade mais elevados e menores temperaturas, durante o armazenamento, favoreceram melhores resultados de

emergência para plantas de pupunha, mas também constataram decréscimo na porcentagem de emergência das sementes com o aumento do período de armazenamento.

A área foliar total diferiu-se entre os tratamentos, para os segundo e terceiro períodos de armazenamento das miniestacas, conforme os tratamentos e de acordo com a análise de variância. Nota-se que, no quarto período de armazenamento (24 dias), não há diferença entre os três tratamentos e a média dessa variável decaiu bastante em relação aos períodos de armazenamento por menor tempo (Tabela 21).

Esse resultado, juntamente com o decréscimo na porcentagem de brotação e no número de brotações, evidencia o efeito negativo do armazenamento sobre a viabilidade desse material, tanto sobre a capacidade de emitir brotações, quanto sobre o desenvolvimento das plantas, aqui percebido pela menor área foliar desenvolvida.

**Tabela 21** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da área foliar total (AFT) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	48.512,21	31.536,36 *	1	755,76 **	7.977,88
Resíduo	15	21.033,90	8.389,33	10	24,55	10.312,83
Média geral (cm <sup>2</sup> )	-	158,37	159,94	-	9,41 (88,55)	54,75
CV (%)	-	91,58	57,27	-	52,67	185,48

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

A área foliar total das plantas originadas das miniestacas não se diferiu estatisticamente, quando as miniestacas não passaram por um período de armazenamento, de acordo com o teste Tukey (Tabela 22).

**Tabela 22** - Área foliar total (AFT), em cm<sup>2</sup>, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
-------------	--------	--------	----------------------	---------

10 mm	208,98 a	240,90 a	17,34 a (300,68)	80,54 a
7-10 mm	211,58 a	137,91 ab	1,47 b (2,16)	28,97 a
4-7 mm	54,55 a	101,01 b	-	-
DMS (5%)	217,4953	137,3579	6,3738	130,6383

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A área foliar total das plantas, originadas das miniestacas armazenadas por 8 dias, diferiu-se entre si, de acordo com os tratamentos; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm favoreceram maior área foliar que o tratamento cujas miniestacas ficaram entre 4-7 mm; o grupo das miniestacas de diâmetro padrão, não se diferiu desses dois tratamentos pelo teste Tukey (Tabela 22).

Quando as plantas foram originadas de miniestacas armazenadas por 16 dias, houve diferença significativa entre os três tratamentos. As plantas originadas de miniestacas com maior diâmetro apresentaram maior área foliar, enquanto as miniestacas de diâmetro padrão foram inferiores. Não foi mensurada área foliar para o menor diâmetro, visto que não houve emissão de brotações para esse tratamento (Tabela 22).

Com 24 dias de armazenamento, as médias da área foliar total já não se diferiram, pelo teste Tukey, entre os tratamentos. Observa-se, em termos de valores, redução da área foliar total das plantas obtidas de miniestacas armazenadas por 24 dias, em relação à área foliar obtida nas plantas cujas miniestacas foram armazenadas por 0 ou 8 dias, e 16 dias, no caso das miniestacas com diâmetro superior a 10 mm (Tabela 22).

A análise de variância apontou efeito significativo para o número de folhas das brotações das miniestacas, de acordo com os tratamentos, apenas para o terceiro período de armazenamento (16 dias). O número médio de folhas decresce bastante no último período de armazenamento (24 dias), em decorrência da menor capacidade de brotação (Tabela 23).

**Tabela 23** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do número de folhas (NF) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios	GL	Quadrados médios
----	----	------------------	----	------------------

		0 dias	8 dias		16 dias	24 dias
Tratamentos	2	94,50	131,06	1	833,33 **	18,75
Resíduo	15	72,47	102,91	10	55,27	80,75
Média geral	-	11,67	19,11	-	11,00	4,75
CV (%)	-	72,97	53,08	-	67,58	189,18

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

O teste Tukey apontou diferenças significativas entre os tratamentos, somente quando as miniestacas foram armazenadas por 16 dias. As maiores médias de número de folhas foram obtidas para as plantas obtidas de miniestacas com diâmetro superior a 10 mm em relação às miniestacas com diâmetro padrão. As miniestacas com diâmetro entre 4-7 mm, para este tratamento e para o seguinte, não emitiram brotações (Tabela 24).

**Tabela 24** - Número de folhas (NF) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias	24 dias
10 mm	14,67 a	23,17 a	19,33 a	6,00 a
7-10 mm	13,17 a	20,17 a	2,67 b	3,50 a
4-7 mm	7,17 a	14,00 a	-	-
DMS (5%)	12,7661	15,2132	9,5634	11,5599

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As miniestacas armazenadas por 0 e 8 dias antes do plantio originaram plantas com mesma produção média de folhas. Após 24 dias de armazenamento, novamente, não há diferença entre as médias do número de folhas, no entanto, os valores para essa característica decrescem (Tabela 24), em decorrência do impacto negativo do armazenamento.

A análise de variância apontou efeito significativo para a área foliar específica, para os períodos de 0 e 16 dias de armazenamento das miniestacas, de acordo com os tratamentos (Tabela 25). Nota-se também decréscimo da média dessa característica com o aumento do período de armazenamento.

**Tabela 25** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da

área foliar específica (AFE) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	182,41 *	17,06	1	39,35 **	30,09
Resíduo	15	37,98	18,36	10	1,03	31,28
Média geral (cm <sup>2</sup> )	-	10,11	7,38	-	2,18 (4,75)	2,96
CV (%)	-	60,97	58,07	-	46,53	188,75

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

Quando as miniestacas foram armazenadas por 0 dias antes do plantio, o teste Tukey apontou diferença estatística entre os tratamentos. As miniestacas de diâmetro padrão produziram folhas com área foliar específica superior em relação às miniestacas com diâmetro de 4-7 mm; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm não se diferiram estatisticamente desses dois tratamentos (Tabela 26).

**Tabela 26** - Área foliar específica (AFE), em cm<sup>2</sup>, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	10,02 ab	9,10 a	3,99 (15,92) a	4,55 a
7-10 mm	15,67 a	7,30 a	0,37 (0,14) b	1,38 a
4-7 mm	4,64 b	5,73 a	-	-
DMS (5%)	9,2420	6,4256	1,3041	7,1946

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Quando as miniestacas foram armazenadas por 8 dias, não houve diferença estatística da área foliar específica entre os três tratamentos (Tabela 26). Conforme discutido anteriormente, o início da brotação, ainda durante o armazenamento, pode facilitar a germinação e a obtenção de plantas mais vigorosas (Rodrigues et al., 2024).

Diferença estatística pelo teste Tukey ocorreu quando as miniestacas foram armazenadas por 16 dias, as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram maior área foliar específica; as miniestacas de diâmetro padrão apresentaram redução dos seus valores em relação aos dois períodos de armazenamento anteriores; as miniestacas de diâmetro entre 4-7 mm não produziram folhas.

Após 24 dias de armazenamento, os tratamentos apresentaram estatisticamente a mesma área foliar específica (Tabela 26), estando relacionada à perda de umidade e consumo das reservas, durante o armazenamento, conforme discutido. O menor crescimento foliar das plantas, oriundas dos tratamentos de menor diâmetro e após os períodos de armazenamento, está relacionado à desidratação e ao menor aporte de reservas (Moreno-Cadena et al., 2021; Rodrigues et al., 2024).

A análise de variância apontou efeito significativo para a altura média das brotações para o primeiro (0 dias) e o terceiro (16 dias) períodos de armazenamento das miniestacas, de acordo com os tratamentos (Tabela 27).

**Tabela 27** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da altura média das brotações (AMB) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias	24 dias
Tratamentos	2	14,15 *	7,30	1	104,73 **	3,34
Resíduo	15	3,01	6,48	10	5,30	8,80
Média geral (cm)	-	3,35	5,04	-	3,52	1,57
CV (%)	-	51,85	50,56	-	65,46	189,33

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

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

As miniestacas armazenadas por 0 dias, antes do plantio, produziram brotações que diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, de acordo com os três tratamentos. Aquelas oriundas das miniestacas com diâmetro padrão produziram brotações com diâmetro médio superior às aquelas miniestacas com diâmetro entre 4-7 mm; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram brotações com altura média que não se diferiu dos demais tratamentos (Tabela 28).

**Tabela 28** - Altura média das brotações (AMB), em cm, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias	24 dias
10 mm	3,48 ab	6,20 a	6,47 a	2,09 a
7-10 mm	4,81 a	4,91 a	0,56 b	1,04 a
4-7 mm	1,75 b	4,00 a	-	-
DMS (5%)	2,6033	3,8186	2,9601	3,8157

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Armazenando as miniestacas por 8 dias, as brotações originadas não se diferiram entre si pelo teste Tukey entre os tratamentos. Observa-se diferença estatística entre a altura média das brotações, quando as miniestacas foram armazenadas por 16 dias antes do plantio; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm foram superiores às miniestacas de 7-10 mm, nota-se que já não há brotações para o tratamento cujas miniestacas ficavam entre 4-7 mm. Armazenando por 24 dias, a altura média das brotações decresceu em relação aos períodos anteriores e já não há diferença estatística entre os tratamentos. (Tabela 28).

O comportamento adotado para altura média das brotações foi influenciado pelos diâmetros e pelos períodos de armazenamento, conforme o que vem sendo discutido. Após 16 dias de armazenamento, os dois grupos com menores diâmetros são negativamente influenciados pela redução nos teores de umidade em decorrência do armazenamento. Rodrigues et al. (2024) também verificaram plantas de pupunha menos vigorosas, com menor crescimento das plantas, quando essas foram originadas dos tratamentos com menor teor de umidade e submetidos a maiores temperaturas de armazenamento.

A análise de variância apontou efeito significativo para o diâmetro médio do caule, apenas para os períodos de 0 e 16 dias de armazenamento das miniestacas, de acordo com os tratamentos (Tabela 29).

**Tabela 29** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação do diâmetro médio do caule (DM), em mm, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4

períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias	24 dias
Tratamentos	2	7,24 *	1,66	1	36,46 **	1,16
Resíduo	15	1,85	1,52	10	1,60	1,98
Média geral (mm)	-	2,74	2,59	-	2,08	0,76
CV (%)	-	49,59	47,49	-	60,98	186,05

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

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

O teste Tukey apontou diferença estatística entre os diâmetros médios do caule das brotações dos três tratamentos cujas miniestacas foram armazenadas por 0 dias antes do plantio. O diâmetro médio do caule das brotações originadas das miniestacas com diâmetro padrão foi superior àquele das miniestacas com diâmetro entre 4-7 mm; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram brotações com diâmetro médio do caule que não se diferiu dos demais tratamentos (Tabela 30).

**Tabela 30** - Diâmetro médio do caule (DM), em mm, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias	24 dias
10 mm	3,14 ab	3,11 a	3,82 a	1,07 a
7-10 mm	3,58 a	2,61 a	0,33 b	0,44 a
4-7 mm	1,50 b	2,06 a	-	-
DMS (5%)	2,0396	1,8459	1,7418	1,8083

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Armazenando as miniestacas por 8 dias, os diâmetros médios do caule das brotações não se diferiram entre si pelo teste Tukey entre os tratamentos. Observa-se diferença estatística para essa característica, quando as miniestacas foram armazenadas por 16 dias antes do plantio; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm foram superiores ao tratamento de miniestacas de 7-10 mm de diâmetro. O tratamento cujas miniestacas ficava entre 4-7 mm não emitiu brotações. Armazenando por 24 dias, não há diferença estatística entre os tratamentos e a média do diâmetro médio do caule das

plantas decresceu em relação aos períodos anteriores (Tabela 30).

O comportamento observado foi similar ao que já foi discutido para as outras variáveis-resposta. Rodrigues et al. (2024) também verificaram que a redução do vigor das sementes de pupunha com o armazenamento influenciou na redução do diâmetro médio do caule das plantas obtidas. Similar ao que foi percebido, inicialmente houve aumento do diâmetro por fatores que facilitaram a emergência, mas foi seguida de queda com a deterioração das sementes, em virtude do armazenamento.

A análise de variância apontou efeito significativo para a massa fresca da parte aérea apenas para o armazenamento das miniestacas por 8 e 16 dias, de acordo com os tratamentos (Tabela 31).

**Tabela 31** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa fresca da parte aérea (MFPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	51,64	44,73 *	1	25,39 **	5,26
Resíduo	15	21,49	9,79	10	0,89	6,30
Média geral (g)	-	4,88	5,27	-	1,67 (2,79)	1,35
CV (%)	-	94,96	59,35	-	56,29	186,10

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

Não foi constatada diferença estatística, pelo teste Tukey, da massa fresca da parte aérea das plantas de mandioca originadas das miniestacas de mandioca, quando se realizou o armazenamento por 0 dias. Há diferença quando se fez o armazenamento por 8 dias, as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram brotações com massa fresca da parte aérea superior às miniestacas com diâmetro entre 4-7 mm, as miniestacas com diâmetro padrão produziram brotações com massa fresca da parte aérea que não se diferiu dos outros tratamentos (Tabela 32).

**Tabela 32** - Massa fresca da parte aérea (MFPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4

períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	6,69 a	8,37 a	3,13 (9,80) a	2,01 a
7-10 mm	6,46 a	4,24 ab	0,22 (0,05) b	0,69 a
4-7 mm	1,50 a	3,21 b	-	-
DMS (5%)	6,9525	4,6913	1,2110	3,2297

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ao armazenar as miniestacas por 16 dias, o teste Tukey indicou diferença entre os tratamentos. As miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram maior massa fresca de parte aérea, as miniestacas de menor diâmetro não produziram parte aérea. Armazenando as miniestacas por 24 dias, já não há diferença estatística entre os tratamentos, e os valores médios da massa fresca da parte aérea decresceram em relação aos períodos de armazenamento anteriores (Tabela 32).

O decréscimo dos valores da massa fresca da parte aérea está relacionado ao aumento do período de armazenamento, que leva à perda de umidade e consumo das reservas, reduzindo a viabilidade das miniestacas nas últimas épocas de plantio. Moreno-Cadena et al. (2021), ao estudarem os modelos de crescimento, desenvolvimento e produtividade de mandioca, mencionam que o peso inicial da maniva-semente é importante para favorecer as plantas daí originadas, uma vez que o crescimento inicial é dependente das reservas da maniva-semente.

A análise de variância apontou efeito significativo para a massa seca da parte aérea, apenas para o segundo (8 dias) e o terceiro (16 dias) períodos de armazenamento das miniestacas, de acordo com os tratamentos (Tabela 33). Comportamento similar ao constatado para a massa fresca da parte aérea é obtido pela massa seca da parte aérea.

**Tabela 33** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios	GL	Quadrados médios
----	----	------------------	----	------------------

		0 dias	8 dias		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	1,68	1,15 *	1	4,04 **	0,16
Resíduo	15	0,65	0,26	10	0,14	0,20
Média geral (g)	-	0,86	0,85	-	0,67 (0,45)	0,24
CV (%)	-	93,77	59,87	-	55,90	185,44

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

Similarmente ao que foi observado para a massa fresca da parte aérea, não foi constatada diferença estatística, pelo teste Tukey, para a massa seca da parte aérea das plantas de mandioca originadas das miniestacas, quando se realizou o armazenamento por 0 dias. Há diferença quando se fez o armazenamento por 8 dias. As miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram brotações com massa seca da parte aérea superior às miniestacas com diâmetro entre 4-7 mm. As miniestacas com diâmetro padrão produziram brotações com massa seca da parte aérea que não se diferiu dos demais tratamentos (Tabela 34).

**Tabela 34** - Massa seca da parte aérea (MSPA), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	1,18 a	1,34 a	1,25 a (1,56)	0,35 a
7-10 mm	1,15 a	0,69 ab	0,09 b (0,01)	0,13 a
4-7 mm	0,25 a	0,21 b	-	-
DMS (5%)	1,2130	0,7627	0,4843	0,5718

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O teste Tukey indicou diferença entre os tratamentos, quando se armazenou as miniestacas por 16 dias. As miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram maiores valores de massa seca de parte aérea; as miniestacas de menor diâmetro não produziram parte aérea. Armazenando as miniestacas por 24 dias, não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos, e os valores de massa seca de parte aérea decresceram em relação aos períodos de armazenamento anteriores (Tabela 34).

O mesmo raciocínio adotado para a massa fresca da parte aérea vale para a massa seca. Esse confirma os resultados anteriormente obtidos, uma vez que esse último considera o peso na base seca apenas com a remoção do conteúdo de água e permite ter uma ideia do ganho de massa, sem muitas variações, devido às oscilações no teor de umidade durante o manuseio.

Rodrigues et al. (2024) também observaram decréscimo da massa seca das plantas originadas de sementes com menor teor de umidade e decréscimo da massa seca com aumento do período de armazenamento.

A análise de variância apontou efeito significativo para a massa fresca média da parte aérea para os períodos de armazenamento das miniestacas por 0 e 16 dias, de acordo com os tratamentos (Tabela 35).

**Tabela 35** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa fresca média da parte aérea (MFMPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias <sup>1</sup>		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	14,45 *	0,43	1	12,55 **	1,15
Resíduo	15	2,94	0,46	10	0,83	1,11
Média geral (g)	-	2,31	1,28 (1,64)	-	1,15 (1,32)	0,54
CV (%)	-	74,05	53,16	-	79,35	195,74

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

Para 0 dia de armazenamento, em média, a massa fresca média das brotações das miniestacas com diâmetro de 7-10 mm foram superiores à massa fresca média das plantas obtidas das miniestacas com diâmetro de 4-7 mm; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram brotações cujas massas médias não se diferiram desses dois tratamentos (Tabela 36).

**Tabela 36** - Massa fresca média da parte aérea (MFMPA), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia,

Tratamentos	0 dias	8 dias <sup>1</sup>	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	2,22 ab	1,52 a (2,31)	2,17 a (4,71)	0,85 a
7-10 mm	3,91 a	0,99 a (0,98)	0,13 b (0,02)	0,23 a
4-7 mm	0,81 b	1,32 a (1,74)	-	-
DMS (5%)	2,5699	1,0173	1,1722	1,3577

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ao armazenar as miniestacas por 8 dias antes do plantio, não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos. Ao armazenar o material por 16 dias, as miniestacas de diâmetro maior que 10 mm são superiores ao tratamento de miniestacas de 7-10 mm. Não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos no último período de armazenamento. Não houve emissão de brotos para o tratamento de menor diâmetro, nesses dois últimos períodos de armazenamento. Após 24 dias de armazenamento, as brotações ficaram com massa fresca média da parte aérea inferior a 1,0 grama (Tabela 36).

A análise de variância apontou efeito significativo para a massa seca média da parte aérea apenas para o primeiro (0 dias) e o terceiro (16 dias) períodos de armazenamento das miniestacas, de acordo com os tratamentos (Tabela 37).

**Tabela 37** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa seca média da parte aérea (MSMPA) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias	8 dias <sup>1</sup>		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	0,48 *	0,07	1	2,01 **	0,03
Resíduo	15	0,09	0,08	10	0,13	0,03
Média geral (g)	-	0,41	0,52 (0,27)	-	0,46 (0,21)	0,10
CV (%)	-	73,60	54,13	-	79,05	192,52

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

Em média, quando não foram armazenadas, a massa seca média da parte aérea das brotações das miniestacas, com diâmetro de 7-10 mm, foi superior à massa seca média das brotações obtidas das miniestacas com diâmetro de 4-7 mm; as miniestacas com diâmetro superior a 10 mm produziram brotações cuja massas secas médias não se diferiram desses dois tratamentos (Tabela 38).

**Tabela 38** - Massa seca média da parte aérea (MSMPA), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias	8 dias <sup>1</sup>	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	0,40 ab	0,61 a (0,37)	0,87 a (0,76)	0,15 a
7-10 mm	0,70 a	0,40 a (0,16)	0,05 b (0,003)	0,04 a
4-7 mm	0,14 b	0,54 a (0,29)	-	-
DMS (5%)	0,4546	0,4177	0,4708	0,2350

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ao armazenar as miniestacas por 8 dias antes do plantio, não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 38). Armazenando por 16 dias, as miniestacas de diâmetro maior que 10 mm foram superiores, favorecendo maior acúmulo de massa seca pelas brotações desse tratamento. Não houve emissão de brotos para o tratamento de menor diâmetro, nesse período de armazenamento, bem como no armazenamento subsequente. Após 24 dias de armazenamento, as brotações ficaram com massa seca média da parte aérea inferior a 0,15 gramas e não se diferiram entre si (Tabela 38).

Tais resultados são decorrentes do peso inicial das manivas-semente utilizadas e da relação com os diâmetros (Moreno-Cadena et al., 2021). A diferença nos teores de umidade e de reservas influenciam no menor vigor da parte aérea que decresce com o armazenamento (Rodrigues et al., 2024).

A análise de variância apontou efeito significativo para a massa fresca de raízes, apenas para o período de armazenamento das miniestacas por 16 dias, de acordo com os tratamentos (Tabela 39). Nos dois últimos períodos de armazenamento (16 e 24 dias),

nota-se decréscimo da média geral da massa fresca de raízes. O menor desenvolvimento radicular se dá devido à perda de umidade e ao consumo das reservas presentes nas miniestacas durante o período de armazenamento, afetando, assim, a germinação, a emissão de raízes e o desenvolvimento radicular (Moreno-Cadena et al., 2021; Rodrigues et al., 2024).

**Tabela 39** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa fresca de raízes (MFR) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias <sup>1</sup>	8 dias		16 dias	24 dias
Tratamentos	2	0,40	1,39	1	1,18 **	0,06
Resíduo	15	0,15	0,39	10	0,05	0,27
Média geral (g)	-	0,72	0,80	-	0,36	0,27
CV (%)	-	53,77	77,78	-	65,13	194,97

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

Pelo teste Tukey, somente foi constatada diferença estatística entre os tratamentos, quando foram submetidos ao armazenamento por 16 dias, em que as miniestacas do grupo com diâmetro superior a 10 mm produziram maior massa fresca de raízes em relação ao tratamento de miniestacas com diâmetro entre 7-10 mm. Observa-se que não há produção de raízes para o tratamento de miniestacas com menor diâmetro, quando essas foram armazenadas por 16 e 24 dias após coleta (Tabela 40).

**Tabela 40** - Massa fresca de raízes (MFR), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias <sup>1</sup>	8 dias	16 dias	24 dias
10 mm	0,87 a (0,76)	1,35 a	0,67 a	0,34 a
7-10 mm	0,86 a (0,74)	0,62 a	0,04 b	0,20 a
4-7 mm	0,42 a (0,18)	0,44 a	-	-
DMS (5%)	0,5761	0,9350	0,2975	0,6667

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.  
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância apontou efeito significativo para a massa seca de raízes para os armazenamentos das miniestacas por 8 e 16 dias, de acordo com os tratamentos (Tabela 41). Observando a média geral da variável, verifica-se decréscimo da massa seca de raízes com o aumento do tempo de armazenamento. Tal característica está relacionada com a massa fresca de raízes, que foi influenciada pelos períodos de armazenamento. Dessa forma, o menor desenvolvimento radicular leva também a menores valores de massa fresca e de massa seca de raízes (após removida a água dos tecidos).

**Tabela 41** - Resumo da análise de variância, média geral e coeficientes de variação da massa seca de raízes (MSR) das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

FV	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		0 dias <sup>1</sup>	8 dias		16 dias <sup>1</sup>	24 dias
Tratamentos	2	0,06	0,02 *	1	0,30 **	0,001
Resíduo	15	0,03	0,005	10	0,01	0,005
Média geral (g)	-	0,31 (0,10)	0,09	-	0,20 (0,04)	0,04
CV (%)	-	51,75	79,66	-	53,56	196,21

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses.

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

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

Apesar de a análise de variância ter apontado diferença estatística no segundo período de armazenamento, o teste Tukey não identificou diferença significativa. Os valores de massa seca de raízes mantêm-se bem próximos no primeiro e segundo períodos de armazenamento (Tabela 42).

**Tabela 42** - Massa seca de raízes (MSR), em gramas, das plantas originadas das miniestacas de mandioca obtidas de coleta realizada aos 195 dias após plantio, agrupadas para os 4 períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2022

Tratamentos	0 dias <sup>1</sup>	8 dias	16 dias <sup>1</sup>	24 dias
10 mm	0,37 a (0,14)	0,15 a	0,35 a (0,12)	0,05 a

7-10 mm	0,35 a (0,12)	0,07 a	0,04 b (0,002)	0,03 a
4-7 mm	0,20 a (0,04)	0,05 a	-	-
DMS (5%)	0,2371	0,1059	0,0721	0,0948

<sup>1</sup> dados transformados pela  $\sqrt{x}$  e médias destransformadas entre parênteses. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Diferença estatística, pelo teste Tukey, foi verificada entre os tratamentos, no armazenamento por 16 dias. As miniestacas do grupo de diâmetro superior a 10 mm produziram maior massa seca de raízes. O grupo de diâmetro entre 4-7 mm não produziu raízes nesse período de armazenamento, nem no subsequente. Aos 24 dias de armazenamento, não há diferença estatística entre os tratamentos, e os valores de massa fresca de raízes ficam inferiores a 0,05 gramas para todos os tratamentos, evidenciando o efeito negativo do armazenamento (Tabela 42).

Esses resultados estão em conformidade ao que vem sendo discutido sobre as outras características avaliadas, sendo decorrentes das diferenças de diâmetro e, conseqüentemente, de peso das miniestacas plantadas (Moreno-Cadena et al., 2021). O armazenamento reduz o vigor das plantas originadas, por reduzir o teor de umidade ao longo do tempo, bem como por afetar as reservas (Rodrigues et al., 2024).

O diâmetro das manivas está relacionado com o conteúdo de reservas (Tonn e Greb, 2017; Yang et al., 2021), e baixos conteúdos de reservas nas manivas influenciam na germinação, por consequência, no crescimento, e podem influenciar no desenvolvimento e produtividade (Bridgemohan e Bridgemohan, 2014). Assim, miniestacas com diâmetros menores se mostraram mais sensíveis durante o armazenamento.

De maneira geral, nota-se que o diâmetro das miniestacas está associado à maior ou menor viabilidade do material de plantio. Diâmetros de miniestacas menores favorecem dessecação mais acelerada e menor capacidade de brotação e enraizamento com períodos maiores de armazenamento em relação aos maiores diâmetros.

O grupo de miniestacas cujo diâmetro ficava entre 4-7 mm, somente foi viável sendo armazenadas por até os 8 dias após coleta, e já não emitiu brotações ou raízes, quando armazenadas por 16 e 24 dias.

As miniestacas do grupo com diâmetro entre 7-10 mm e aquelas do grupo com diâmetro superior a 10 mm conseguiram emitir brotações e raízes mesmo sendo armazenadas por 24 dias. O grupo de miniestacas com diâmetro entre 7-10 mm teve

notável decréscimo nos valores das características, mensuradas aos 16 dias de armazenamento das miniestacas. Para o grupo de miniestacas de maior diâmetro, decréscimo foi notado aos 24 dias de armazenamento.

Para algumas características avaliadas, há um aumento dos valores mensurados, quando o armazenamento é feito por 8 dias em relação ao armazenamento por 0 dia. Tal acontecimento pode ter sido decorrente do início do processo de emissão de brotações ter se dado durante o armazenamento, favorecendo uma melhor brotação, quando o material foi plantado aos 8 dias de armazenamento em relação ao material armazenado por 0 dia.

Quando esses materiais foram armazenados por 16 e 24 dias antes do plantio, somente miniestacas do tratamento com maior diâmetro conseguiram apresentar melhores características, quando armazenadas por 16 dias, e todos os tratamentos foram igualmente afetados com o maior tempo de armazenamento, 24 dias.

Assim, verifica-se a necessidade de se investigar métodos para permitir maior longevidade dessas miniestacas. Ficou evidenciado que a perda de umidade e redução do peso das miniestacas, durante o armazenamento, está relacionado com a perda de capacidade de germinação do material.

Dessa forma, contornar esse problema pode permitir melhorar a viabilidade de emprego da técnica, que busca facilitar a difusão de material de plantio de mandioca pela logística de armazenamento, manuseio e transporte; e, assim, manter a capacidade de brotação e desenvolvimento de novas plantas, mesmo depois de maiores períodos após coleta.

É importante frisar que esses resultados referem-se às miniestacas produzidas em condições de campo. A metodologia da produção de miniestacas contempla dois outros métodos (em mudas em fase de aclimatização e em mudas em processo de multiplicação rápida) (Rocha et al., 2021). Estudos similares devem ser realizados também com esses dois outros tipos de produção das miniestacas para se avaliar as mesmas características do presente trabalho.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições aqui encontradas, a densidade de 200.000 plantas por hectare (espaçamento de 0,5 m x 0,1 m) permite a obtenção de maior quantidade de miniestacas com 13 cm de comprimento e 7-10 mm de diâmetro; e as coletas seriam recomendadas a partir dos 195 dias após plantio, quando se consegue maiores produtividades de miniestacas, associadas com maior qualidade nutricional, ao se analisar o ganho em massa seca com o passar do tempo.

As miniestacas obtidas em condições de campo correspondem a 14% do volume das manivas convencionais e 21,3 % se comparadas às manivas convencionais cortadas em 13 cm de comprimento. A proporção média de obtenção de miniestacas, na porção basal, em relação ao número de hastes coletadas por hectare, fica em 56,6 %. Considerando-se a média daquelas miniestacas, que ultrapassaram os 10 mm de diâmetro, chega-se a 78,57 % de obtenção de material com hastes lignificadas.

O plantio de manivas-semente na posição vertical, em condições de campo para produção de miniestacas, mostra-se sensível ao aumento do adensamento, especialmente em decorrência do ataque da broca das hastes. Já as miniestacas obtidas mostram-se sensíveis ao período de armazenamento. As miniestacas de mandioca necessitam de armazenamento de, no mínimo, 8 dias antes do plantio para incrementar as taxas de germinação, mas perdem viabilidade com aumento do período de armazenamento.

As miniestacas de 4 a 7 mm de diâmetro perdem a viabilidade, quando armazenadas por mais de 8 dias; já as miniestacas com diâmetro entre 7-10 mm, quando armazenadas por 16 dias; e aquelas com diâmetro superior a 10 mm (fora dos padrões desejados), quando armazenadas por mais que 16 dias. Miniestacas do grupo com diâmetro de 7-10 mm e com diâmetro superior a 10 mm conseguem emitir brotações e raízes mesmo sendo armazenadas por 24 dias.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbas, M.; Asghar, R.M.; Hussain, K., Saleem, M.; Hussain, D.; Hussain, N.; Irshad, M.; Khaliq, M.; Tarveen, Z.; Nadeem, M.; Gharffar, A. Responses of different aphid species on wheat crop with relation to abiotic factors. **Pure and Applied Biology**, v. 12, n. 2, p. 991-999, 2023. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2023.120101>.

André, T.B.; Santos, A.C. Uso de produtos da cultura da mandioca (*Manihot*) na alimentação animal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 8, n. 15, p. 1622-1647, 2012. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3731>.

Aquiles, K.R. **Propagação rápida de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), e reação de acessos de mandioca a *Xanthomonas axonopodis* pv. *Manihotis***. 2014. 87 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília.

Aquiles, K.R.; Mattos, J.K.de A.; Uesugi, C.H.; Vieira, E.A.; Fialho, J.de F. 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. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv4n3-135>.

Borges, A.L.; Silva, J.da.; Souza, L.da S.; Gomes, J de C. Calagem e adubação para a mandioca. In: Borges, A.L. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 11. p. 205-224. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134676>.

Bridgemohan, P.; Bridgemohan, R.S.H. Effect of initial stem nodal cutting strength on dry matter production and accumulation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Plant Breeding and Crop science**, v. 6, n. 6, p. 64-72, 2014. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2013.0452>.

Cai, Z.; Li, M.; Zhang, F.; Li, Y.; Ye, W.; Fan, X. Impact of lignin on the starch accumulation, composition, and pasting properties of cassava. **LWT – Food Science and Technology**, v. 184, p. 1-8, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115073>.

Campos, C.O.; Rocha, R.C.; Souza, J.H.F. Multiplicação rápida de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): duas técnicas que podem beneficiar os produtores. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1920-1928, 2021. [10.34188/bjaerv4n2-029](https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-029).

Carvalho, F.M.; Viana, A.E.S.; Cardoso, C.E.L.; Matsumoto, S.N. e Gomes, I.R. Sistemas de produção de mandioca em treze municípios da região Sudoeste da Bahia. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 699-702. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000300017>.

Carvalho, R.da S. Circular técnica, 115. Índice BAD (broca/armadilha/dia) para monitoramento das brocas da haste da mandioca (*Sternocaelus* spp.) utilizando a armadilha CNPMF. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 8 p.

(Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular técnica, 115). Disponível em:  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1025030>.

Carvalho, R.da S., Ringenberg, R., Pietrowiski, V. **Guia para reconhecimento dos principais insetos, ácaros-praga e inimigos naturais da cultura da mandioca**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 68 p. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138523/1/Cartilha-Mandioca-Romulo-ainfo.pdf>.

Connor, D.J. An experimentally-calibrated model of photosynthesis, assimilate partitioning and tuber yield in cassava in response to water supply to assist crop management and improvement. **Field Crops Research**, v. 242, p. 1-12, 2019.  
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107606>.

Daellenbach, G.C.; Kerridge, P.C.; Wolfe, M.S.; Frossard, E.; Frinckh, M.R. Plant productivity in cassava-based mixed cropping systems in Colombian hillside farms. **Agriulture Ecosystem e Environment**, v. 105, p. 595-614, 2005.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.08.009>.

Da Silva, J. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 120. 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. 29 p. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223247/1/BoletimPesquisa120-Jaeveson-2021-AINFO.pdf>.

Devi, B.; Kumar, M.N.; Chutia, M.; Bhattacharyya, N. Abiotic and biotic stress challengrd of Cassava in changing climate and strategies to overcome: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 305, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111432>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Mandioca em números. Embrapa Amazônia Oriental, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Sistema de Produção de mandioca no semiárido. Embrapa Mandioca e Fruticultura e Embrapa Semiárido, 2ª ed, 2021. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131107/1/Sistema-de-Producao-de-Mandioca-no-Semiarido.pdf>.

Felipe, F.I. (Pesquisador do CEPEA). Mudanças no mercado mundial de mandioca e derivados e oportunidades para o Brasil. Disponível em:  
<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniaoe-cepea/opiniaoe.aspx>.

Fialho, J.F.; Vieira, E.A. **Mandioca no cerrado: Orientações técnicas**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 208 p. Disponível em:  
<https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743416/Mandioca+no+Cerrado+orienta%C3%A7%C3%B5es+e+t%C3%A9cnicas.pdf/2df4d240-b1b5-4107-84ed-12f85305ec67?version=1.0>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural productions statistics. 2000 – 2021. FaoStat analytical brief 60, 2022. ISSN: 2709-0078. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Produzir mais com menos: Mandioca, 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pt/index.html>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Top 10 Country Production of Cassava, fresh, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Forbes, S.J.; Cernusak, L.; Northfield, T.D.; Gleadow, R.M.; Lambert, S.; Cheesman, A.W. Elevated temperature and carbon dioxide alter resource allocation to growth, storage and defense in cassava (*Manihot esculenta*). **Environmental and Experimental Botany**, v. 173, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.103997>.

Fukay, S.; Alcooy, A.B.; Llamelo, A.B.; Patterson, R.D. Effects of solar radiation on growth of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). I. Canopy development and dry matter growth. **Field Crop Research**, v. 9, p. 347-360, 1984. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(84\)90038-8](https://doi.org/10.1016/0378-4290(84)90038-8).

Fukuda, W.M.G.; Carvalho, H.W.L de. Circular técnica, 45. Propagação rápida de mandioca no Nordeste brasileiro. Aracaju, SE, 2006. 6 p. (Embrapa. Circular técnica, 45). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/372216>.

Hasner, C.; Lima, A.A.de.; Winter, E. Technology avances in sugarcane propagation: A patent citation study. **World Patent Information**, v. 56, p. 9-16, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.09.001>.

Ikuemonisan, E.S.; Mafimisebi, T.E.; Ajibefun, I.; Adenegan, K. Cassava production in Nigeria: trends, instability and decomposition analysis (1970-2018). **Heliyon**, v. 6, p. 1-9, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05089>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Produção Agropecuária. Ranking – Agricultura – Valor da produção (2021). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>.

Matthews, R.B.; Hunt, L.A. GUMCAS: a model describing the growth of casava (*Manihot esculenta* L. Crantz). **Field Crops Research**, v. 36, p. 69-84, 1994. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)90054-X](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)90054-X).

Mitchozounou, D.M.; Vine, P.N. Stem bending in cassava. **Field Crops Research**, v. 22, p. 11-16. 1989. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(89\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0378-4290(89)90084-1).

Moreira, G.L.P.; Viana, A.E.S.; Cardoso, A.D.; Santos, V.da 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. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22211>.

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

Moreno-Cadena, P.; Hoogenboom, G.; Cock, J.H.; Ramirez-Villegas, J.; Pypers, P.; Kreye, C.; Tariku, M.; Ezui, K.S.; Lopez-Lavalle, L.A.B.; Asseng, S. Modeling growth, development and yield of cassava: a review. **Field crops research**, v. 267, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108140>.

Nalawade, S.M.; Mebta, A.K.; Sharma, A.K. Sugarcane planting technique: A review. **Contemporary Research in India**. p. 98-104, 2017.

Neves, R.J.; Souza, L.S.; Oliveira, E.J. A leaf bud technique for rapid propagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Scientia Agricola**, v. 77, n. 2, p. 1-6, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0005>.

Onasanya, O.O.; Hauser, S.; Necpalova, M.; Slako, F.K.; Kreye, C.; Tariku, M.; Six, J.; Pypers, P. on-farm assessment of cassava root yield response to tillage, plant density, weed control and fertilizer application in Southwestern Nigeria. **Field Crops Research**, v. 262, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108038>.

Pereira, L.F.M.; Santos, H.L.; Zanetti, S.; Brito, I.A.de O.; Tozin, L.R.dos S.; Rodrigues, T.M.; Silva, M.de A. Morphology, biochemistry, and yield of cassava as functions of growth stage and water regime. **South Journal of Botany**, v. 149, p. 222-239, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.06.003>.

Prasara-A, J.; Gheewala, S.H. An assessment of social sustainability of sugarcane and cassava cultivation in Thailand. **Sustainable Production and Consumption**, v. 27, p. 372-382, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.009>.

Rocha, H.S.; Silveira, H.F. da S.; Souza, A. Da S.; de Oliveira, S.A.S.; de Oliveira, E.J.; de Souza, B.D.L.; Gonçalves, H.A.; Pacheco Júnior, R.G.; de Almeida, N.M.; de Lima, S.A. Comunicado Técnico, 179. Miniestacas de mandioca – uma nova alternativa de material de plantio. 1ª ed. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Bahia. 2021, 24 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1133022>.

Rodrigues, S.G.; Kikuti, A.L.P.; Kikuti, H.; Pereira, C.E. Moisture content and temperature of storage in peach palm seed conservation. **Ciência Rural**, v. 54, n. 3, p. 1-8, 2024. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220257>.

Rozsypal, J. Cold and freezing injury in insects: An overview of molecular mechanisms. **European Journal of Entomology**, v. 119, p. 43-57, 2022. <https://doi.org/10.14411/eje.2022.005>.

Santos, V.da S.; Souza, A.da S.; Viana, A.E.S.; Ferreira Filho, J.R.; de Souza, K.A.; Menezes, M.C. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa. Multiplicação rápida, método simples e de baixo custo na produção de material propagativo de mandioca. 1ª ed. Cruz das Almas, Bahia. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical,

2009. 24 p. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/748639>.

SEI. (2013) – Estatística dos municípios Baianos. Superintendência de Estudos

Econômicos e Sociais da Bahia, v. 4, n. 1, p. 435-452. Disponível em:

[https://sei.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2441&Itemid=284&lang=pt](https://sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2441&Itemid=284&lang=pt).

Souza, A.da S.; Souza, F.V.D.; dos Santos-Serejo, J.A.; Junghans, T.G.; da Silva Neto, H.P. Circular Técnica, 88. Micropropagação da mandioca mediante ápices caulinares e segmentos nodais. Cruz das Almas, Bahia, 2008. 12 p. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/655629>.

Tinini, R.C.R.; Zambom, M.A.; Dessbesell, J.G.; Adamante, D.; Venturini, T. Silagem da parte aérea da mandioca como um alimento alternativo na dieta de vacas em lactação – revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v, 24, n. 1, p. 1-10, 2021. <http://doi.org/10.25110/arqvet.v24i1cont.2021.8026>.

Tonn, N.; Greb, T. Radial plant growth. **Current Biology Magazine**, v, 27. p, 878-882. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.056>.

Yang, H.; Yi, N.; Zhao, S.; Xiang, Z.; Quaseem, M.F.; Zheng, B.; Li, H.; Feng, J.; Wu, A. Characterization of hemicellulose in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) stem during xylogenesis. **Carbohydrate polymers**, v. 264, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118038>.

Zera, F.S.; Schiavetto, A.R.; Azania, C.A.M. Interferência de plantas daninhas em mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar nas tecnologias Plene PB, Plene Evolve e MPB-IAC. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**, v. 34, n. 5. p. 40-42.