



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

**MANEJO DE MANIVAS-SEMENTE E PRODUÇÃO
DE MINIESTACAS DE MANDIOCA EM VITÓRIA
DA CONQUISTA, BA**

MARIANA COSTA RAMPAZZO

**VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA-BRASIL
2023**

MARIANA COSTA RAMPAZZO

**MANEJO DE MANIVAS-SEMENTE E PRODUÇÃO DE MINIESTACAS
DE MANDIOCA EM VITÓRIA DA CONQUISTA, BA**

Tese 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 “Doutora”.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA-BRASIL
2023

R117m

Rampazzo, Mariana Costa.

Manejo de manivas-semente e produção de miniestacas de mandioca em Vitória da Conquista, BA. / Mariana Costa Rampazzo, 2023.

96f.

Orientador: Dr. Anselmo Eloy Silveira Viana.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração Fitotecnia, Vitória da Conquista, 2023.

Referências: F. 86 - 96.

1. *Manihot esculenta* Crantz. 2. Maniva – propagação, adubação, irrigação 3. Densidade de plantas. I. Viana, Anselmo Eloy Silveira. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de concentração Fitotecnia. III. T.

CDD: 633.682

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

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: Manejo de manivas-semente e produção de miniestacas de mandioca em Vitória da Conquista, BA.

Autor: Mariana Costa Rampazzo

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



Prof. Anselmo Eloy Silveira Viana, D.Sc. (UESB)
Presidente



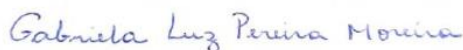
Profa. Sylvana Naomi Matsumoto, D.Sc. (UESB)



Profa. Adriana Dias Cardoso, D. Sc. (UESB)



Hermínio Souza Rocha, D. Sc. (EMBRAPA/CNPMPF)



Profa. Gabriela Luz Pereira Moreira, D.Sc. (IFMA)

Data de realização: 28 de fevereiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por Suas mãos sobre mim, protegendo-me e dando-me forças para chegar ao final dessa jornada.

À minha mãe, Maria Helena Pina, por sempre estar ao meu lado, apoiando-me e sendo minha melhor companhia nos momentos que mais precisei.

Ao meu noivo, Cássio Souza, por todo amor, carinho, auxílio e incentivo para continuar seguindo essa estrada.

Ao meu orientador, professor Anselmo Viana, pela orientação, apoio, sabedoria e disponibilidade. Sem a sua colaboração, confiança e paciência, não seria possível concluir este trabalho.

À psicóloga, Thaís Vieira, que durante esses quatro anos ensinou-me a lidar com as adversidades que poderia ocorrer durante esse período, sendo essa contribuição fundamental para eu continuar com a condução dos experimentos, bem como com a escrita deste trabalho.

A todos os professores do PPG em Agronomia da UESB, em especial, aos professores: Sylvana Matsumoto, Adriana Cardoso e Alcebíades Rebouças, por sempre estarem dispostos a ajudar e compartilhar suas experiências.

Aos membros da banca examinadora de defesa da Tese, por suas colaborações pertinentes para melhoria do trabalho final.

Aos colegas do PPG em Agronomia, em especial, aos grandes amigos que fiz durante essa trajetória: Fabrício Dutra, Jean Almeida, Ednilson Carvalho e Matheus Dias.

Ao meu amigo Bruno Viana, por sempre estar intermediando meu contato com os produtores de mandioca para o fornecimento de manivas.

À Fecularia Conquista, em especial, ao Eng. Agrônomo Luan, pela disponibilidade das ramas de mandioca para execução do experimento de produção de miniestaca.

À equipe do Laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal, pelo auxílio na execução das atividades dos experimentos, e dos momentos de risadas. Sentirei saudades de vocês!

À “cúpula da Biofábrica”, foi muito bom compartilhar momentos especiais com vocês, nunca me esquecerei de vocês.

Aos membros do Laboratório de Nutrição Animal, em especial, à Bárbara Pacheco, Luísa Gigante e Vanessa Souza, por sempre estarem dispostas a ajudar nas análises de laboratório.

A todos da DICAP, pelo apoio na execução dos experimentos de campo, sem vocês nada disso seria possível.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por me dar a oportunidade de realizar um dos meus sonhos, a execução do curso de Doutorado em Agronomia.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de estudos.

*Os que esperam no Senhor renovam suas
forças, sobem com asas como águia, correm e
não se cansam, caminham e não se fatigam.*

Isaías 40:31

RESUMO

RAMPAZZO, M. C. Manejo de manivas-semente e produção de miniestacas de mandioca em Vitória da Conquista, BA. Vitória da Conquista, BA: UESB, 2023. 91f. (Tese: Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) *.

Um dos grandes desafios para produção de mandioca, na região Sudoeste da Bahia, é a aquisição de manivas em quantidade e qualidade, devido à pouca utilização de tratamentos culturais na sua produção e também ao armazenamento desse material de plantio ser feito em longos períodos, o que compromete o seu vigor. Diante disso, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar manivas coletadas em áreas com diferentes manejos e a produção de miniestacas de mandioca em função do adensamento de plantio e épocas de coleta, no município de Vitória da Conquista, Bahia. O estudo foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, sendo dividido em três ensaios. Inicialmente foi feita a multiplicação das manivas, em duas áreas distintas, uma com irrigação durante os cinco primeiros meses, associada à adubação NPK; e outra área conduzida na ausência desses manejos. Aos 12 meses após o plantio, foram coletadas ramas nessas duas áreas, e também em lavoura comercial, sendo esta localizada em Sussuarana, Belo Campo, Bahia, com mesma idade para implantação dos ensaios I e II. No ensaio I, foram avaliadas as ramas coletadas em três diferentes áreas (irrigada e adubada, na ausência desses manejos e em lavoura comercial), sendo estas armazenadas em diferentes períodos (0;30; 60 e 90 dias), considerando cada período de armazenamento como um experimento com cinco repetições, e como tratamentos as ramas das diferentes origens. Após cada armazenamento, manivas de 20 cm de comprimento foram caracterizadas e levadas para câmara de propagação (estufim), onde permaneceram por 30 dias, quando foram avaliadas características das brotações e enraizamento. No ensaio II, foi realizado em esquema fatorial, com seis tratamentos, formados pela combinação do plantio de três origens das manivas sementes (provenientes de área irrigada e adubada, na ausência desses manejos e de lavoura comercial), com dois níveis de adubação (presença e ausência). Aos 17 meses após o plantio, foi realizada a colheita, quando foram feitas avaliações de crescimento, fisiológicas e agrônomicas. No ensaio III, foi avaliada a produção de miniestacas, em que se utilizou o esquema de parcelas subdivididas, com as densidades de plantio (40.000; 50.000; 66.667; 100.000 e 200.000 plantas.ha⁻¹) nas parcelas e as épocas de coleta das brotações (180; 195; 210 e 225 dias após o plantio) nas subparcelas. Para todos os ensaios, a análise estatística foi realizada utilizando-se os programas SAEG, versão 9.1, e Agroestat, versão 1.1. No ensaio I, observou-se que ramas provenientes de área irrigada, durante os primeiros cinco meses, associadas à adubação, apresentam maior diâmetro e maior massa fresca, o que provavelmente está associado a brotações com maiores altura e maior massa seca, refletindo, posteriormente, em ganhos na produtividade da cultura. Quando armazenadas por 90 dias, houve redução de umidade das ramas, refletindo na diminuição da quantidade de brotos e no desenvolvimento inicial dos mesmos. Para o ensaio II, verificou-se que o plantio de manivas, coletadas em área irrigada e adubada, apresentara maior produtividade de parte aérea, raízes, amido e farinha. A adubação também favoreceu esses ganhos. No ensaio III, a maior produção de miniestacas foi encontrada em densidade de 200 mil plantas por hectare, que apresentaram maior massa seca e maior volume, quando coletadas aos 225 dias após o plantio. Dessa maneira, produzir manivas em condições de adubação e irrigação, e evitar o armazenamento, permite maior produtividade na lavoura de mandioca. Para produção de miniestacas, a coleta deve ser realizada aos 225 dias após o plantio e na densidade de plantio 200.000 plantas ha⁻¹.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, propagação, adubação, irrigação e densidade de plantas.

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

ABSTRACT

RAMPAZZO, M. C. **Management of seed cuttings and production of cassava minicuttings in Vitória da Conquista, BA.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2023. 91f. (Thesis: Doctor in Agronomy, Area of Concentration in Crop Science) *.

One of the great challenges for cassava production in the Southwest region of Bahia, is the acquisition of manivas in quantity and quality, due to the little use of cultural treatments in their production and also the storage of this planting material be done for long periods, which compromises its vigor. Therefore, the present work was developed with the objective of evaluating manivas collected in areas with different management and the production of cassava minicuttings due to the densification of planting and collection times, in the municipality of Vitória da Conquista, Bahia. The study was conducted at the State University of Southwest Bahia, Vitória da Conquista campus, and was divided into three trials. Initially, the manivas were multiplied in two distinct areas, one with irrigation during the first five months associated with NPK fertilization, and another area was conducted in the absence of these managements. At 12 months after planting, branches were collected in these two areas, and also in commercial crops, which was located in Sussuarana, Belo Campo, Bahia, with the same age for implementation of assays I and II. Being these stored in different periods (0;30; 60 and 90 days), considering each storage period as an experiment with five replications, and as treatments the branches of the different origins. After each storage, manivas of 20 cm in length were characterized and taken to the propagation chamber (estufim), where they remained for 30 days, when the characteristics of the shoots and rooting were evaluated. In assay II, carried out in a factorial scheme, with six treatments, formed by the combination of planting three origins of the manivas seeds (from irrigated and fertilized area, in the absence of these managements and commercial crop) with two levels of fertilization (presence and absence). At 17 months after planting, the harvest was performed, when growth, physiological and agronomic evaluations were made. In assay III, the production of minicuttings was evaluated, where the scheme of subdivided plots was used, with planting densities (40,000; 50,000; 66,667; 100,000 and 200,000 plants.ha⁻¹) in the plots and the shoot collection times (180; 195; 210 and 225 days after planting) in the subplots. For all trials, statistical analysis was performed using SAEG version 9.1 and Agroestat version 1.1. In assay I, it was observed that branches from irrigated area during the first five months associated with fertilization, present greater diameter and greater fresh mass, which is probably associated with shoots with greater height and greater dry mass, later reflecting in gains in crop productivity. When stored for 90 days there was a reduction in the moisture of the branches, reflecting in the decrease in the amount of shoots and in their initial development. For assay II, it was verified that the planting of manivas collected in irrigated and fertilized area presented higher productivity of shoots, roots, starch and flour. Fertilization also favored these gains. In assay III, the highest production of minicuttings was found at a density of 200 thousand plants per hectare, which presented higher dry mass and higher volume, when collected at 225 days after planting. Thus, producing manivas in conditions of fertilization and irrigation, and avoiding storage, allows greater productivity in cassava cultivation For the production of minicuttings, the

collection should be carried out at 225 days after planting and at planting density 200,000 plants ha⁻¹.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz, propagation, fertilization, irrigation and plant density.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados mensais de precipitação, umidade relativa do ar, temperaturas máximas e mínimas, coletadas no período de 04 de setembro de 2019 a 02 de janeiro de 2020 pela estação meteorológica. INMET - UESB. Vitória da Conquista- BA, 2023.....	29
Figura 2. Área de multiplicação de manivas. Subárea 1 irrigada e adubada(A), e subárea 2 na ausência dos manejos de irrigação e adubação (B), Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	31
Figura 3. Médias mensais de precipitação pluviométrica no cultivo de mandioca (dezembro/2019 a novembro/2020), no município de Belo Campo–Bahia. Fonte: Secretária de Agricultura do município de Belo Campo, Bahia, 2023.....	32
Figura 4. Lavoura comercial de mandioca aos 12 meses após o plantio, localizada na comunidade de Sussuarana, município de Belo Campo, Bahia.....	33
Figura 5. Câmara de propagação (estufim) (A) e plantio das manivas (B). Vitória da Conquista- BA, 2023.....	34
Figura 6. Dados mensais de temperaturas máximas, mínimas e médias do estufim coletadas no período 6 de dezembro de 2020 até 9 de abril de 2021. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	35
Figura 7. Estimativa de massa fresca (MF) (g) (A) e umidade (B) de manivas em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	47
Figura 8. Estimativa do número (NB)(A) e porcentagem de brotações (PB) (B), Altura (Alt) (C), diâmetro (DIA) (D) e área foliar (AF) (E) da maior brotação em função dos períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	50
Figura 9. Estimativa da massa fresca (A) e seca (B) em função dos materiais de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	53
Figura 10. Estimativa da massa seca da maior brotação (g) em função dos períodos de armazenamento das manivas. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	54
Figura 11. Estimativa do número de brotações por planta em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	67
Figura 12. Estimativa do número de brotações por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	68
Figura 13. Estimativa de altura das brotações em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	68
Figura 14. Estimativa do número de miniestacas por brotação em função da densidade de plantio (A) e das épocas de coleta (B). Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	71
Figura 15. Estimativa do número de miniestacas por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	72
Figura 16. Estimativa de diâmetro (DE) da porção basal de miniestacas em função das densidades de plantio (A) e de épocas de coleta (B), e diâmetro (DE) da porção apical de	

miniéstacas em função das épocas de coleta (C). Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	74
Figura 17. Estimativa do diâmetro da medula (DMED) da porção apical (A) e porção mediana (B) da miniéstaca em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	75
Figura 18. Estimativa do volume de três miniéstacas em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	76
Figura 19. Estimativa da massa fresca(A) e seca (B) das miniéstacas nas épocas de coleta em função das densidades de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	78
Figura 20. Estimativa da massa fresca(A) e seca (B) das miniéstacas nas densidades de plantio em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....	80
Figura 21. Estimativa da umidade de miniéstacas em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diâmetro da maniva (DM), diâmetro da medula (DMED) e relação entre o diâmetro da maniva e diâmetro da medula(M/MED) e número de gemas por maniva (N) em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	43
Tabela 2. Resumo de análise de variância conjunta para as características massa fresca (MF), massa seca (MS) e umidade das manivas em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	45
Tabela 3. Massa fresca (MF)(g), massa seca (MS)(g) e umidade (%) das manivas em função da origem dos materiais de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	46
Tabela 4. Resumo de análise de variância conjunta do número (NB) e porcentagem (PB) de brotações, altura (Alt), diâmetro (DIA) e área foliar (AF) da maior brotação em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	47
Tabela 5. Número (NB), porcentagem (PB) de brotações, Altura (Alt), diâmetro (DIA) e área foliar (AF) da maior brotação em função da origem dos materiais de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	49
Tabela 6. Resumo de análise de variância de massa fresca (MF) e massa seca (MS) da raiz da maior brotação (MB) e da brotação média (B) em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	51
Tabela 7. Massa fresca da raiz (g) em função da origem dos materiais de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	51
Tabela 8. Massa seca (g) da raiz em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.usar sempre 2023 em todas as tabelas e gráficos.....	52
Tabela 9. Massa fresca (MF) e seca (MS) da maior brotação e da brotação média (B) em função da origem dos materiais de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	54
Tabela 10. Diâmetro da maniva (DM), diâmetro da medula (DMED) e relação entre o diâmetro da maniva e diâmetro da medula(M/MED), número de gemas por maniva (N), umidade (%), cinzas (%) em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.....	55
Tabela 11. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura de plantas, diâmetro de caule, estande final, índice de clorofila Falker (ICF) e índice de área foliar (IAF) de plantas de mandioca em função da origem do material de plantio e da adubação. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	57
Tabela 12. Altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), estande final (plantas.ha 1), índice clorofila Falker (ICF), Índice de área foliar (IAF) de mandioca em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.....	58
Tabela 13. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para produtividade de parte aérea (PA), produtividade de raízes tuberosas (PR) e índice de colheita (IC) de plantas de mandioca em função da origem do material de plantio e da adubação. Vitória	

da	Conquista,	Bahia,
2023.....		59
Tabela 14. Produtividade da parte aérea (PA), de raízes tuberosas (PR) e índice de colheita (IC) de mandioca em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista,		Bahia,
2023.....		59
Tabela 15. Produtividade da parte aérea (PA), de raízes tuberosas (PR) e índice de colheita (IC) de mandioca em função da adubação NPK. Vitória da Conquista, Bahia,		
2023.....		60
Tabela 16. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação porcentagem de amido (AMIDO), rendimento de farinha (RFAR), produtividade de amido (PRAM) e produtividade de farinha (PFAR) em função da origem do material de plantio e da adubação.	Vitória	da Conquista, Bahia,
2023.....		62
Tabela 17. Porcentagem de amido (%) em função da origem do material de plantio e a da adubação.	Vitória	da Conquista, Bahia,
2023.....		62
Tabela 18. Rendimento de farinha (%) em função das origens do material de plantio e a adubação NPK.	Vitória	da Conquista, Bahia,
2023.....		63
Tabela 19. Produtividade de amido (PAM) e de farinha (PFAR) de mandioca em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.....		64
Tabela 20. Produtividade de amido (PAM) e farinha (PFAR) de mandioca em função da adubação NPK.	Vitória	da Conquista, Bahia,
2022.....		65
Tabela 21. Resumo de análise de variância e coeficiente de variação do número de brotações por planta, e por hectare, altura de plantas e massa das brotações de mandioca em função da densidade de plantio e de épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia,		
2023.....		66
Tabela 22. Resumo de análise de variância e coeficientes de variação do número miniestacas por brotação (NE/BRO) e por hectare (NE/HA), diâmetro da miniestaca (DE) e da medula (DMED) na porção mediana, basal e apical, relação do diâmetro da miniestaca com a medula (E/MED), e volume (VOL) de três miniestacas.	Vitória	da Conquista, Bahia,
2023.....		70
Tabela 23. Resumo de análise de variância e coeficiente de variação da massa fresca, seca e umidade de miniestacas com diâmetro de 7-10 mm. Vitória da Conquista, Bahia,		
2023.....		77

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
*	Significativo a 5% de probabilidade
ab	Abril
AF	Área foliar
Ag	Agosto
Al	Alumínio
Ap	Porção apical
B	Brotação média
BA	Bahia
°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
Cepea	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros quadrados
cmol _c	Centimol de carga
CV(%)	Coeficiente de Variação
dez	Dezembro
DIA	Diâmetro
dm ⁻³	Decímetros cúbicos
Dmi	Diâmetro da miniestaca
Dmd	Diâmetro da medula
EMBRAPA	Empresa brasileira de Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
fev	Fevereiro
H	Hidrogênio
I+A	Irrigação + adubação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAF	Índice de área foliar
IC	Índice de colheita

ICF	Índice de clorofila Falker
jan	Janeiro
jul	Julho
jun	Junho
K	Potássio
K ₂ O	Óxido de potássio
Kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
m	metros
m (%)	Saturação por alumínio
mai	Maio
mar	Março
medi	Porção mediana
M/MED	Relação do diâmetro da maniva e da medula
MF	Massa fresca
Mi/md	Relação do diâmetro da miniestaca e da medula
Mi/hastes	Número de miniestacas por brotação
Mi/ha	Número de miniestaca por hectare
Miniestacas ha ⁻¹	Miniestacas por hectare
Mg	Magnésio
mg	Miligramas
mL	Mililitro
mm	Milímetros
MS	Massa seca
N	Nitrogênio
NB	Número de brotações
nov	Novembro
out	Outubro
P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
PA	Produtividade de parte aérea
PB	Porcentagem de brotação
pH	Potencial hidrogeniônico

Plantas ha ⁻¹	Plantas por hectare
PR	Produtividade de raízes tuberosas
PAM	Produtividade de amido
PFAR	Produtividade de farinha
R ²	Coeficiente de determinação
RFAR	Rendimento de farinha
SB	Soma de bases
set	Setembro
T	CTC a pH 7,0
t	CTC efetiva
t ha ⁻¹	Tonelada por hectare
V	Saturação por bases
VOL	Volume

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 Importância econômica da mandioca	22
2.2 Propagação da mandioca	23
2.2.1 Manivas	25
2.2.1.1 Armazenamento das manivas-semente.....	27
2.2.2 Miniestacas de mandioca.....	28
2.3 Adubação química na mandioca.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	31
3.2 Variedade.....	32
3.3 Origens da manivas-semente	32
3.4 Ensaio I – Qualidade das manivas-semente em função da origem e períodos de armazenamento	36
3.4.1 Delineamento experimental.....	36
3.4.3 Características estudadas no ensaio I	38
3.4.4 Análise estatística do ensaio I.....	39
3.5 Ensaio II - Produção de raízes tuberosas em função da origem do material de plantio e adubação	40
3.5.1 Delineamento experimental.....	40
3.5.2 Instalação e condução do Ensaio II	40
3.5.3 Características avaliadas no ensaio II.....	41
3.5.4 Análise estatística do ensaio II	42
3.6 Ensaio III – Produção de miniestacas de mandioca em função da densidade de plantio e de épocas de colheita	42
3.6.1 Delineamento experimental.....	42
3.6.2 Instalação e condução do Ensaio III	43
3.6.3 Características avaliadas no ensaio III.....	44
3.6.4 Análise estatística do ensaio III.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Ensaio I-- Qualidade das manivas-semente em função da origem e períodos de armazenamento	45
4.2 Ensaio II - Produção de raízes tuberosas em função da origem do material de plantio e adubação	58

4.3 Ensaio III – Produção de miniestacas de mandioca em função da densidade de plantio e de épocas de coleta	69
5 CONCLUSÕES	85
6 REFERÊNCIAS	86

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), espécie que pertence à família Euphorbiaceae, originária do Brasil, apresenta importância socioeconômica para o país, por ser uma das principais fontes de carboidratos na nutrição humana e animal, além de ser geradora de renda, sendo seu produto principal as raízes tuberosas.

Em relação à produtividade nacional de raízes tuberosas, nos últimos nove anos, houve acréscimos, passando de 13,62 t ha⁻¹, no ano de 2012, para 15,09 t ha⁻¹, em 2021 (IBGE, 2023). No entanto, na Bahia, houve decréscimo de 25% nesse mesmo período, quando, em 2012, a produtividade foi de 9,92 t ha⁻¹, e em 2021 caiu para 7,90 t ha⁻¹, sendo esses valores ainda considerados baixos em relação à produtividade brasileira.

Dentre os fatores que ocasionam essa baixa produtividade no Estado, estão os baixos índices pluviométricos que ocorreu nesse período, além do sistema de produção de mandioca utilizar-se de poucas técnicas agrônômicas, incluindo a utilização de manivas com baixa qualidade.

Vale mencionar que a propagação de mandioca se dá por meio de pedaços de caules de 20 cm de comprimento, provenientes do terço médio da planta, que são denominados de manivas. Esses materiais, se manejados inadequadamente antes do plantio, perdem o vigor, comprometendo, posteriormente, as brotações, o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

A perda da qualidade das manivas é proveniente de alguns aspectos, como plantios sucessivos de uma mesma variedade em condições de secas prolongadas, associados a solos de baixa fertilidade e armazenamento das ramas a longos períodos.

Também a ausência de controle de pragas e doenças favorecem a perda na qualidade fitossanitária das manivas, uma vez que essas podem ainda ser disseminadas por meio do material de plantio, ocasionando a degenerescência clonal, sendo este termo referente ao declínio na qualidade das manivas ao longo de repetidos ciclos de cultivos, em que genótipos vão perdendo o seu potencial produtivo (Shrima et al., 2019).

Para minimizar esses problemas, é importante utilizar técnicas que garantam a conservação fitossanitária e o vigor das manivas. Dentre estas, podem ser citadas: irrigação, espaçamento adequado, adubação, controle de pragas e doenças, que contribuem para a produção de ramas saudáveis, uniformes, de maior comprimento e mais pesadas (Temagne e Nogueira, 2017; Polthannee, 2018; Schoffel et al., 2022).

Quanto ao armazenamento, que também interfere no vigor das ramas, deve-se evitar a exposição contínua e prolongada destas às altas temperaturas, diminuindo, assim, a desidratação e ataques de patógenos. Uma alternativa viável é separar uma área para produção desses materiais de plantio, com a finalidade de realizar o corte das ramas no momento de plantio, não sendo necessário armazená-las.

Também foi desenvolvimento pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, em âmbito da rede Reniva, com o intuito de oferecer soluções aos problemas que ocorrem com manivas tradicionais, a técnica de produção de miniestacas que, por sua vez, tem maior taxa de propagação em relação às convencionais e qualidade fitossanitária.

As miniestacas possuem tamanhos relativamente pequenos (13 a 15 cm de comprimento e 0,9 cm de diâmetro), que facilita o transporte e o armazenamento para a realização do plantio em novas áreas. Quanto à sua produção, existem três alternativas, a partir das mudas micropropagadas, em fase de aclimação; mudas provenientes da propagação rápida; e também a partir de plantas em campo, que são induzidas ao estiolamento (Rocha et al., 2021).

Estudos sobre a produção de miniestacas, avaliando, dentre outros aspectos, a densidade de plantio e a época para a coleta das mesmas em campo, são necessários.

Nesse sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar aspectos de manejo de manivas de mandioca e produção de miniestacas nas condições edafoclimáticas em Vitória da Conquista, Bahia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica da mandioca

A cultura da mandioca apresenta grande importância no cenário agrícola mundial, servindo como produto básico na alimentação humana, além de ser geradora de emprego e renda para diversas famílias em países em desenvolvimento, como o Brasil (Visses et al., 2018).

Seus principais produtos são as raízes tuberosas, sendo a segunda fonte mais importante de amido do mundo (Torres et al., 2019), que podem ser consumidas *in natura*, como também processadas nas indústrias de fécula e farinha. A fécula extraída das raízes é utilizada como insumo em diversos setores industriais, tais como os de alimentos embutidos, de embalagens, de colas, de mineração, têxtil e farmacêutica; e as folhas são utilizadas na alimentação animal (Dos Santos et al., 2021).

No ano de 2021, a produção mundial de raízes tuberosas de mandioca foi de 314,80 milhões de toneladas, sendo a Nigéria o maior produtor mundial, com 63 milhões de toneladas. O Brasil, no entanto, foi o quarto maior produtor, com 18,09 milhões de toneladas (FAO, 2023).

Em âmbito nacional, no ano de 2021, a região Norte produziu 6,16 milhões de toneladas, seguida pelas regiões Sul e Nordeste, com 4,6 e 3,6 milhões de toneladas, respectivamente. Entre os estados brasileiros, o Pará deteve a maior produção, com 4,05 milhões toneladas. A Bahia é o sexto maior produtor com 766 mil toneladas, e o município de Vitória da Conquista contribui em 2,42% da produção baiana, produzindo 18,6 mil toneladas de raízes tuberosas (IBGE, 2023).

A produtividade de raízes tuberosas de mandioca, na Bahia, é de 7,4 t ha⁻¹, considerada baixa em relação à produtividade do Brasil, estimada em 15,00 t ha⁻¹ (IBGE, 2023). Esses valores reduzidos podem ser explicados, em parte, por problemas fitossanitários e, conseqüentemente, fisiológicos, relacionados às manivas-semente, impactando em sua qualidade e reduzindo a disponibilidade.

Esses problemas estão relacionados à escassa adoção de práticas agrônômicas durante o cultivo da mandioca, por ser plantada majoritariamente por pequenos produtores, sem, muitas vezes, assistência técnica, em áreas de solos pobres, com baixos índices pluviométricos, utilizando manivas com baixo vigor e com deficiente controle fitossanitário. Desse modo, os lucros obtidos com essa lavoura são reduzidos, levando à

diminuição do poder econômico dos produtores (Reinke et al., 2018; Schoffel et al., 2021).

Apesar desses desafios enfrentados pelos produtores, a produção de mandioca ainda é considerada de importância para o país, estando entre as principais culturas mais cultivadas. A predominância de grandes indústrias para extração de amido, nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Santa Catarina, permite que o cultivo da mandioca esteja sob crescente pressão competitiva com outras culturas, como soja, milho e cana-de-açúcar (Vieira et al., 2020).

No Sudoeste da Bahia, a cultura tem grande importância, tanto na fabricação de farinha, quanto na extração de amido. Geralmente a farinha é fabricada em pequenas indústrias de unidades familiares, conhecidas como casas de farinha. Enquanto que o amido tem sido extraído principalmente pela fecularia, localizada no município de Vitória da Conquista, ampliando, assim, o mercado para venda das raízes pelos pequenos produtores da região.

2.2 Propagação da mandioca

A mandioca pode ser reproduzida sexualmente, sendo propagadas por sementes; ou assexuadamente, por meio de manivas. As plantas propagadas por sementes botânicas são utilizadas em programas de melhoramento genético, proporcionando novas combinações genótípicas que visem melhorar o desempenho agrônomo em relação à planta-mãe (Bandeira e Sousa et al., 2021). Além disso, apresentam algumas desvantagens, dentre elas, os altos níveis de heterozigose, o desenvolvimento lento em campo, sendo menos vigorosas, além do sistema radicular, formado por uma raiz pivotante que cresce para baixo, não apresentando padrão comercial (Feyisa, 2021; Lyons et al., 2022).

Na propagação assexuada, utilizada para implantação de lavouras comerciais, são usadas manivas-semente, que são pedaços de caule com 20 cm de comprimento contendo entre cinco a sete gemas, provenientes do terço médio de plantas com idade de 10 a 14 meses (Aquiles et al., 2021).

Apesar das plantas da propagação vegetativa ter como vantagem a manutenção das características genéticas da planta-mãe, existem algumas desvantagens, entre elas a taxa de multiplicação, que é cerca de 1:5 a 1:10, ou seja, em uma planta de mandioca podem ser cortadas de cinco a 10 manivas de 20 cm, sendo considerada baixa se

comparada às espécies que se propagam por sementes botânicas, como os cereais, que apresentam uma taxa de multiplicação de 1:200 (Misganaw e Bayou, 2020).

Na tentativa de aumentar a taxa de multiplicação da mandioca, foi desenvolvida, pelo Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), a produção de mudas por meio do método de multiplicação rápida, que consiste em plantar minimanivas com duas a três gemas em canteiros de propagação e, posteriormente, quando as plantas atingem 10 cm de comprimento, são cortadas e colocadas em água para enraizar; logo após, são acondicionadas em tubetes com substratos de solo para produção de mudas (Schoffel et al., 2020).

A propagação rápida tem como vantagens ser um método simples e barato, tendo como objetivo a obtenção de plantas vigorosas livres de pragas e doenças, além de elevar a taxa de multiplicação em até 16 vezes, em comparação com o método tradicional (Aquiles et al., 2021; Schoffel et al., 2021).

Outra forma de propagação rápida da mandioca é a utilização de gemas foliares, retiradas da região superior da planta-mãe, com idade de seis meses, devido ao menor grau de lignificação dos tecidos, que promove aumento na qualidade da brotação, quando, assim, plantadas em tubetes com areia e vermiculita (Neves et al., 2019).

Em estudo, Neves et al. (2018) verificaram que as gemas foliares apresentam eficiência de multiplicação cinco vezes maior que a propagação com manivas de 20 cm, porém, em comparação a este material de plantio convencional, o desempenho produtivo das plantas originárias das gemas foliares, em condições de campo, foi menor.

Utilizada também na cultura da mandioca, a micropropagação *in vitro* é um método com o objetivo de produzir mudas saudáveis, resistentes a pragas e doenças, facilitando a conservação e a distribuição do germosplasma (Adetowubo et al., 2019). Embora essa técnica permita a produção de mudas em larga escala, garantindo disponibilidade de material de plantio durante todo ano, é relativamente onerosa, o que limita sua aplicação em muitas instituições (Kidulile et al., 2018).

Além das manivas tradicionais e das mudas de mandioca, recentemente está sendo implementada a multiplicação da mandioca por meio de miniestacas, que são provenientes do corte de mudas da micropropagação ou da propagação rápida, em fase de aclimação, possuindo dimensões menores, com 15 a 13 cm de comprimento e circunferência entre sete a 10 mm. Essa tecnologia inovadora é usada com objetivo de diminuir problemas que ocorrem com as manivas convencionais, como a baixa taxa de

multiplicação e os grandes volumes dos materiais de plantio, que dificultam o armazenamento e transporte (Rocha et al., 2021).

2.2.1 Manivas

A maniva, que também é denominada de manaibas, estacas ou toletes, são pedaços das ramas de plantas de mandioca, os quais o agricultor adquire de sua safra passada ou de vizinhos, como material de plantio para implantação da sua lavoura (Chua et al., 2020; Aquiles et al., 2021).

O corte de ramas, geralmente a um metro de comprimento, deve ser realizado no terço médio em plantas de 10 a 14 meses de idade, quando essas estão no ponto de maturação ideal. Não devendo ser utilizada a parte apical das mesmas, pois os tecidos ainda se encontram herbáceos, sendo frágeis e com alta taxa de mortalidade; nem a região basal, que é a parte mais velha do caule, e os tecidos se encontram muito lignificados (Okpara et al., 2022).

É comum que, após o corte, os agricultores façam feixes com aproximadamente 50 ramas, e estes são armazenados até o plantio. Os longos períodos ocasionam a perda na qualidade desses materiais, além também das ramas ocuparem muito espaço, sendo difícil o transporte a longas distâncias (Hedge et al., 2022).

Com relação ao momento do plantio, as ramas devem ser selecionadas quanto à sua fitossanidade, eliminando aquelas com ataque de pragas e doenças; e também quanto ao seu diâmetro, sendo que devem apresentar, no mínimo, 20 mm, indicando que possui quantidades de reservas necessárias para brotação (Schoffel et al., 2021).

Além de se considerar o diâmetro das manivas, o corte destas devem ser entre 20 a 25 cm de comprimento, valores que proporcionam brotações uniformes e estabilização inicial dos brotos, devido à quantidade adequada de gemas e reservas (Remison et al., 2015).

No entanto, muitos produtores não realizam manejo adequado das ramas, desde a sua produção, armazenamento até o corte para o plantio, acarretando em baixo vigor das mesmas, e, assim, a severidade de ataques de pragas e doenças serão mais intensos, o que promove a degenerescência de diversos genótipos (Schoffel et al., 2020; Kilwinger et al., 2021).

Segundo Gatto et al. (2021), o material de plantio tende a degenerar devido ao acúmulo de pragas e doenças no próprio material, sendo que essa degenerescência irá

variar para as diferentes variedades, também irá depender das condições ambientais e da resistência da variedade às pragas e doenças (Shrima et al., 2019).

A incidência de pragas na parte aérea da mandioca reduz a qualidade das manivas, como é o caso da broca das hastes (*Sternocaelus* spp.) e mosca do broto (*Neosilba perezii*) que podem ser disseminadas pelas manivas-semente para novas áreas de implantação de mandioca (Souza, 2017).

O ataque larval da broca das hastes dificulta o fluxo da seiva nos feixes vasculares, havendo seca da parte aérea da planta e, conseqüentemente, a morte, sendo de difícil controle. O método de controle dessa praga mais recomendado e simples é a captura dos adultos por meio de armadilhas CNPMF, montadas nas áreas de mandiocais (Garcia et al., 2013).

Entre as doenças da parte aérea da mandioca, podem ser citadas o superalongamento, ocasionada pelo fungo *Sphaceloma manihoticola* (Alleyne et al., 2015); e a bacteriose, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *Manihotis* (Barrera et al., 2020), que são disseminadas principalmente por meio do material de plantio.

As mudanças climáticas, como a elevação de temperaturas, podem ocasionar uma maior incidência de pragas e doenças em mandioca, aumentando a severidade de danos dessas, havendo perdas no desenvolvimento, na produtividade, na qualidade fitossanitária e no vigor dos materiais de plantio (Bisimwa et al., 2019).

A produção de manivas sadias é um dos grandes desafios para ganhos de produtividade na mandiocultura. A reserva de uma área com sistemas eficientes na produção de manivas pode minimizar esse problema, por meio de práticas sustentáveis, como fertilização do solo, que proporciona lavoura vigorosa e mais resistente aos danos de patógenos; e o descarte de hastes com ataques de pragas e doenças, evitando a disseminação e resistências destas (Alene et al., 2018).

Nessa linha de raciocínio, Pimentel et al. (2021) atribuíram o alto vigor das hastes de mandioca à adubação com NPK, quando estas apresentaram incremento de 5,2 t. ha⁻¹ na produção de parte aérea, se comparadas com aquelas provenientes de áreas não adubadas. Conforme os mesmos autores, o NPK influencia positivamente no desenvolvimento de brotos, na síntese de fotoassimilados e, conseqüentemente, no rendimento de corte das manivas.

Associada à fertilização do solo, a irrigação contribui para o desenvolvimento das ramas de mandioca. Silva et al. (2022) observaram que a irrigação promoveu aumento de

25% no crescimento de plantas de mandioca em relação ao plantio de sequeiro, favorecendo a maior quantidade de manivas por planta.

Pinheiro et al. (2021) também verificaram que tratamentos culturais, como irrigação, calagem e controle de plantas daninhas, aumentam o diâmetro do caule e a altura de plantas de mandioca, havendo maior disponibilidade de ramas em quantidade e qualidade.

2.2.1.1 Armazenamento das manivas-semente

Na cultura da mandioca, armazenar as ramas é prática comum, uma vez que a colheita, geralmente, ocorre em períodos em que as condições climáticas são inadequadas, como baixos índices pluviométricos para o plantio (Mdenye et al., 2018). Esse armazenamento é realizado no campo, onde as manivas ficam expostas ao sol, a temperaturas altas, havendo perda da viabilidade das mesmas em pouco tempo, devido à desidratação (Promkambut et al., 2015). Segundo Schoffel et al. (2022), ambientes inadequados para o armazenamento podem inviabilizar os materiais de plantio.

Para Mdenye et al. (2016), as manivas podem ser conservadas na posição vertical, à sombra de árvores, para que o índice de brotação permaneça em até 80%. Ao se armazenar horizontalmente, mesmo em condições de sombreamento, há perda de até 60% na taxa de brotação, pois o contato direto das gemas com o solo leva à brotação antecipada, contribuindo para o consumo das reservas, além de favorecer o ataque de pragas e doenças.

Em estudo sobre métodos de armazenamento de ramas de mandioca, Sungthongwives et al. (2016) observaram que, ao colocar os materiais de plantio à sombra de árvores ou cobertos com sacos de cânhamo, houve maior sobrevivência e porcentagem das brotações, se comparados às hastes que foram armazenadas a pleno sol.

Outro aspecto que contribui para perda no vigor é o tamanho das ramas durante o armazenamento, por isso, é preferível formação de feixes que contenham ramas longas, entre um metro a 1,5 metros, pois hastes maiores suportam melhor o armazenamento (Pineda et al., 2020).

Deve-se também levar em conta que a desidratação e a perda de reserva são aceleradas em prolongados períodos de armazenamento das ramas, pois os tecidos das mesmas permanecem em contínua respiração e, dessa forma, há perda de carboidratos (Oladejo e Sikiru, 2019).

Para retardar essa degradação, além dos cuidados com as condições ambientais de armazenamento, deve-se observar o vigor das ramas, pois aquelas mais pesadas são

importantes para assegurar a viabilidade durante prolongados períodos de armazenamento, sendo que, a partir dos 90 dias armazenadas, há queda drástica no vigor das mesmas (Schoffel, 2019).

2.2.2 Miniestacas de mandioca

A demanda por material de plantio de qualidade é crescente na mandiocultura. Técnicas como propagação rápida, cultivo *in vitro* e miniestacas, como material de plantio, foram desenvolvidas para produção de material de propagação sadio e com alta taxa de multiplicação (Coutinho et al., 2020; Sessou et al., 2020; Rocha et al., 2021).

Essas técnicas são desenvolvidas pelo projeto Reniva (Rede de multiplicação e transferência de manivas-semente de mandioca com qualidade genética e fitossanitária), coordenado pela Embrapa, associada com o Instituto Biofábrica do Cacau, em unidades de multiplicação rápida (UMR), que é a maior estruturação de produção de materiais de plantio de mandioca no Brasil, sendo compostas por viveiros, câmaras de brotação e de enraizamento de mudas e/ ou produção de miniestacas (EMBRAPA, 2017).

A miniestaca é um material de plantio com características diferentes do material de plantio tradicional, uma vez que possui entre 13 a 15 cm de comprimento e espessura de 7 mm a 10 mm. Por apresentar volume reduzido, facilita o transporte e o plantio, quando comparada com a maniva convencional. Tem como vantagem, também, a produção em larga escala, pois é possível realizar vários cortes a partir da muda que originou a primeira miniestaca (Rocha et al., 2021).

Esse material propagativo permite, ainda, a manutenção da identidade genética, e possui capacidade de expressar o máximo potencial produtivo da variedade (Silveira et al., 2021).

A sua produção consiste no estiolamento de mudas, em fase de aclimação, vindas da micropropagação ou de plantas em campo, até a uma altura entre 1,0 m ou 1,3 m. Em condições de campo, essa prática é mais barata, em relação à produção em viveiros, contudo, exige irrigação, adubação, controle de plantas daninhas, plantio superadensado, entre outros tratos culturais (Rocha et al., 2021).

A densidade de plantio é um dos aspectos que podem influenciar na produção desse material, uma vez que o aumento na densidade e a maior competição entre as plantas, principalmente por luz, resulta no estiolamento das plantas (Streck et al., 2014), o que pode aumentar a produção de miniestacas.

Vale ressaltar que existem ainda práticas que contribuem para o sucesso da produção desse material de propagação, dentre essas estão as relacionadas à escala de produção, como o tempo necessário para preparação das miniestacas (Badilla et al., 2017).

Segundo Rocha et al. (2021), o primeiro corte de miniestacas de mandioca, em condições de campo, é feito entre seis e sete meses após o plantio, produzindo, em média, 375 mil miniestacas por hectare.

Por ser uma técnica relativamente nova na mandiocultura, são escassos estudos sobre manejos para a produção em campo, em outras espécies, no entanto, a miniestaca é consolidada. Emer et al. (2019) relatam que, em espécies florestais, a propagação vegetativa apresenta melhoria com a produção de miniestacas. Em contrapartida, Poja e Ameen (2020) recomendam essa prática para plantas que produzem raízes tuberosas, pois é um método rápido e confiável e que tem alta taxa de propagação.

2.3 Adubação química na mandioca

A adubação em lavouras de mandioca é escassa, devido à crença que a cultura produz em condições de baixa nutrição, nas quais outras espécies de interesse econômico não conseguem (Mwamba et al., 2021). Entretanto, embora tolere solos de baixa fertilidade, se cultivada em solos ácidos (pH menor 4,6), com altas concentrações de ferro e alumínio, apresentará deficiências nutricionais e redução de produtividade (Rosa et al., 2021).

Logo, a fertilização desempenha papel importante no cultivo dessa tuberosa, cujo aumento da produtividade com uso de fertilizantes pode ser comprovado em diversos estudos (Wahyuningsih et al., 2021).

Na Nigéria, Adiele et al. (2020), comparando diferentes doses de NPK em mandioca, observaram acréscimos na produtividade de massa seca de raízes para todas as concentrações dos fertilizantes em relação ao tratamento controle, na ausência de fertilizantes. Em Zâmbia, Biratu et al. (2018) também obtiveram respostas satisfatórias quanto à adubação sobre a produtividade de raízes tuberosas, com incremento de 30% sobre a testemunha, sem adubação.

No Brasil, Alves Filho (2015) observaram aumento na produtividade de raízes tuberosas e parte aérea, além do retorno financeiro de R\$ 1.419,00 por tonelada de raiz, quando se utilizou 400 kg ha⁻¹ de NPK (10-30-20).

Embora cada nutriente N, P, K tenha função específica, a deficiência de algum desses elementos terá impactos semelhantes entre si no crescimento e desenvolvimento das plantas (Adiele et al., 2022). O nitrogênio (N) é um nutriente importante para o desenvolvimento vegetativo da mandioca, estando relacionado na síntese de proteínas, clorofilas, enzimas, hormônios e vitaminas, e também na produção dos glicosídeos cianogênicos linamarina e lotoaustralina, que produzem o ácido cianídrico (Thummanatsakun e Yampracha, 2018).

Santos et al. (2014) observaram que as dosagens de N influenciaram na produtividade de raízes tuberosas, nesse mesmo trabalho, a dose de 150 kg ha⁻¹ levou à maior produtividade de raízes por planta. O nitrogênio influencia também positivamente o desenvolvimento de parte aérea, promovendo o crescimento das plantas e, como consequência, fornecendo maior quantidade de material de plantio (Thummanatsakun e Yampracha, 2018).

O fósforo, assim como o N e K, é um dos macronutrientes limitantes para a produção das culturas e, para mandioca, é um elemento imprescindível para ganhos na produtividade de raízes tuberosas, uma vez que é componente de células vegetais, incluindo açúcares fosfatados, que participam de processos fisiológicos e bioquímicos, como a fotossíntese, a transferência e armazenamento do amido (Leonel et al., 2021). A deficiência desse elemento é um fator limitante para produção de mandioca, pois geralmente esta é cultivada em latossolos inférteis, ácidos, estando o P indisponível para a planta devido à ligação ao Al³⁺ e óxido de ferro (Muluaem e Shimer, 2015).

Foi observado por Rosa et al. (2021) que, com a aplicação de fertilizantes fosfatados, houve aumento da biomassa da parte aérea de plantas de mandioca e desenvolvimento radicular (massa e diâmetro). Já Silveira et al. (2021) verificaram que adubação fosfatada aumentou o teor de amido nas variedades de mandioca de mesa na qual as variedades Água Morna, Recife e Venâncio apresentaram teores máximos de amido, de 26,33%, 25,54% e 26,37%, com doses de 240,0, 134 e 163 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente, sendo que a segunda variedade foi mais responsiva à adubação, em menor quantidade, se comparada com as demais.

O potássio, por sua vez, é o cátion mais abundante em plantas superiores, sendo ativador enzimático, contribuindo no direcionamento de fotoassimilados no floema, armazenamento de energia e também outras funções fundamentais, como abertura e fechamento dos estômatos (Omondi et al., 2019).

Segundo Chua et al. (2020), a adubação de mandioca, em níveis adequados de fontes potássicas, é essencial para aumentar o rendimento de amido nas raízes tuberosas. O potássio também influencia positivamente em ganhos na parte aérea, o que foi comprovado por Fernandes et al. (2017), pois, quando aplicado 90 kg ha⁻¹ de K₂O promoveu incremento de 75% na massa do caule, indicando que a adubação potássica pode beneficiar o próximo plantio, uma vez que o caule é colhido e usado como material de plantio para a próxima safra.

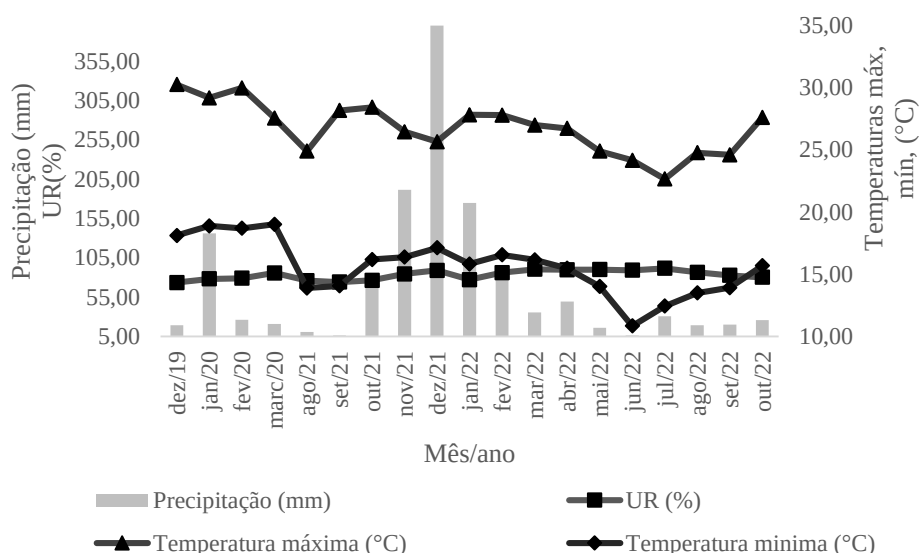
Dessa maneira, a fertilização química da mandioca proporciona ganhos na produtividade da cultura, podendo ainda favorecer a tolerância das plantas a fatores abióticos, como a seca; e bióticos, que é o caso dos danos ocasionados por pragas e doenças (Muiruri et al., 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Este estudo foi dividido em três ensaios, conduzidos no *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista, BA, região Sudoeste do Estado. O município está localizado entre as coordenadas 14°51' 58'' Latitude Sul e 40°50'22'' Longitude Oeste, com altitude média de 941m. O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa (tropical de altitude), com precipitação média anual de 717 mm, concentrada nos meses de novembro a março, e temperatura média anual de 19,6°C, com a média máxima e mínima variando entre 23,5°C e 15,1°C, respectivamente (SEI, 2013).

Os dados de precipitação pluviométrica total, temperaturas máximas, mínimas e umidade relativa, referentes ao período de condução dos experimentos, encontram-se na Figura 1.



Fonte: Estação meteorológica (Instituto Nacional de Meteorologia INMET)

Figura 1. Dados mensais de precipitação, umidade relativa do ar, temperaturas máximas e mínimas, coletadas no período 04 de setembro de 2019 a 02 de janeiro de 2020 pela estação meteorológica. INMET - UESB. Vitória da Conquista- BA, 2023.

3.2 Variedade

Utilizou-se a variedade Sergipe, uma das mais cultivadas entre os produtores da região Sudoeste da Bahia, que nos últimos anos vem apresentando queda de produtividade, devido à baixa qualidade do material de plantio.

Esta possui caule de coloração marrom clara e hábito de crescimento ereto, raízes de textura rugosa, coloração marrom escura e polpa branca (Soares et al., 2017) e média de dez manivas-semente por planta (Guimarães, 2013).

É considerada como variedade tipo industrial, devido ao seu alto teor de ácido cianídrico nas polpas fresca das raízes, cerca de 171,0 mg.kg⁻¹, e alto rendimento na produção de farinha e amido, apresentando em suas raízes, em média, 27,2% de amido e 24,2 % de farinha (Cardoso Júnior et al., 2005).

3.3 Origens da manivas-semente

Inicialmente foi realizada a multiplicação de ramas no campo experimental da UESB, cuja a área foi dividida em duas subáreas, onde em uma subárea foi utilizado o sistema de irrigação e adubação; e a outra foi conduzida na ausência desses dois manejos. Para posteriormente serem coletadas as ramas e serem instalados os ensaios I e II, onde o

primeiro teve o objetivo de avaliar períodos de armazenamento de ramas coletadas nessas duas subáreas e em lavoura comercial; e o segundo ensaio avaliou o plantio em sequeiro das ramas coletadas nesses mesmos locais, na presença e ausência de adubação.

Para multiplicação das ramas, o solo foi arado, gradeado e sulcado, sendo este classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, com textura franco arenosa. A análise química do solo, na camada de 0-20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH (em água) = 5,6; P = 19 mg dm⁻³; K⁺ = 0,10 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 1,6 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,3 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c dm⁻³; H⁺ = 1,9 cmol_c dm⁻³; Na⁺ = 0,15 cmol_c dm⁻³; SB = 3,2 cmol_c dm⁻³; t = 3,3 cmol_c dm⁻³; T = 5,2 cmol_c dm⁻³; V(%) = 65; m(%) = 3.

As manivas utilizadas para o plantio das subáreas de multiplicação foram obtidas do terço médio de plantas sadias, com idade de 12 meses, e selecionadas para uniformização do material. Foram cortadas com 20 cm de comprimento, contendo de cinco a sete gemas e 2 a 3 cm de diâmetro. No plantio, realizado em dezembro de 2019, estas foram distribuídas em sulcos, com profundidade de 10 cm, espaçados de 1,0 m entre sulcos e 0,6 m entre plantas.

Em ambas as subáreas, foram realizados o controle de plantas daninhas, por meio da capina manual, quando necessário, e o controle de pragas, principalmente da mosca do broto (*Neolsilba perezii*), utilizando-se o controle químico com 60 g ha⁻¹ do inseticida Espinetoram.

Na subárea 1, com 270 m², foi usada a irrigação e a adubação NPK. Em função da análise de solo, utilizou-se, no plantio, 111,11 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e adubação de cobertura aos 45 dias após plantio, com 88,88 kg ha⁻¹ de ureia e 33,33 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (Nogueira e Gomes, 1999).

Nessa mesma subárea, foi feita a irrigação durante cinco meses após o plantio, com sistema de gotejamento, com as mangueiras espaçadas um metro e os emissores a cada 0,3 m, com pressão 20 mca e vazão nominal 2,2 L.ha⁻¹.

No entanto, a subárea 2, com 229 m², diferiu da subárea 1, pois aquela foi conduzida na ausência dos manejos de irrigação e adubação.

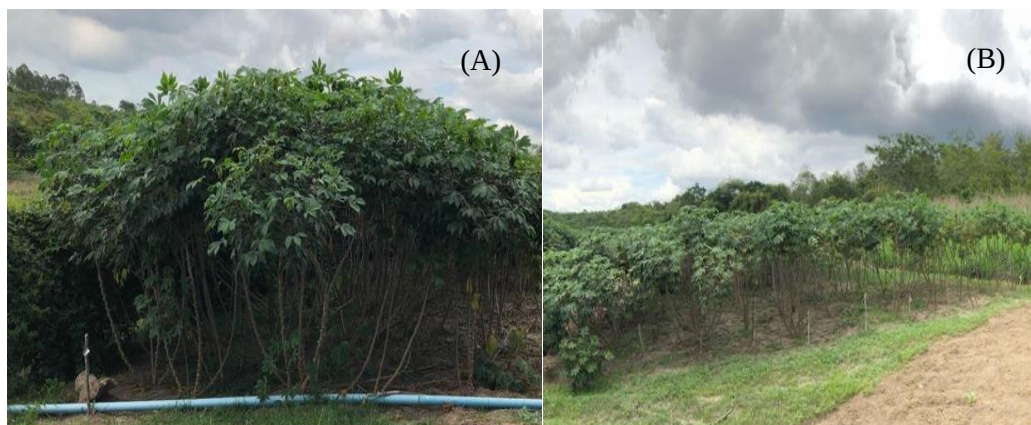


Figura 2. Área de multiplicação de manivas. Subárea 1 - irrigada e adubada (A), e Subárea 2-ausência dos manejos de irrigação e adubação (B), Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Aos 12 meses após o plantio, em dezembro de 2020, foram coletadas as ramas nas duas subáreas de multiplicação e, em lavoura comercial, para execução dos ensaios I e II.

Em lavoura comercial, com mesma idade (12 meses), localizada na Fazenda Baixa Vista, situada a 15°6'16,9'' latitude Sul, 41°17'54,36'' de longitude Oeste e 840 m de altitude, na localidade de Sussuarana em Belo Campo, Bahia, foram coletadas manivas que representam o material de plantio tradicionalmente usado pelos agricultores da região.

O município de Belo Campo está localizado na região Sudoeste da Bahia, com coordenadas 15° 02' 15'' de latitude Sul e 41° 07'16'' de longitude Oeste, 820 m de altitude. Caracteriza-se pelo clima semiárido e subúmido a seco, classificado como Aw tropical com estação seca, segundo Köppen. Apresenta temperatura e pluviosidade de 20,9°C e 780 mm, respectivamente (SEI, 2013).

Os dados de precipitação, referentes ao período de cultivo da mandioca, foram obtidos na Secretária de Agricultura do município de Belo Campo, Bahia, e encontram-se na Figura 3.

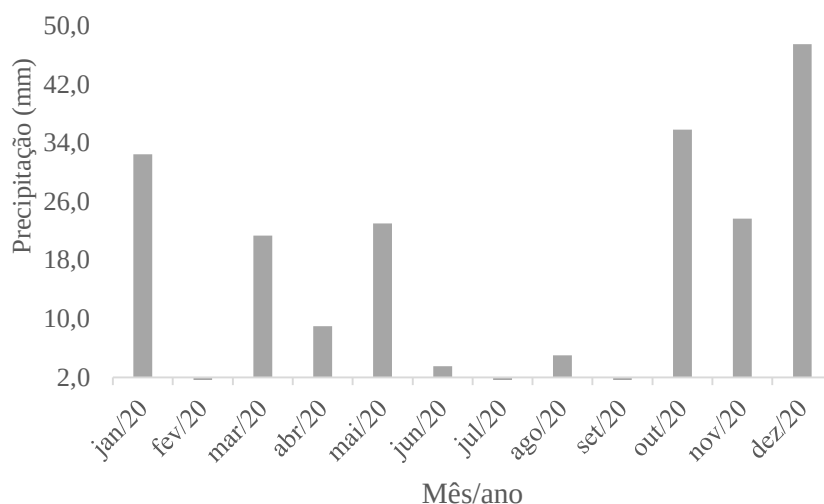


Figura 3. Médias mensais de precipitação pluviométrica no cultivo de mandioca (dezembro/2019 a novembro/2020), no município de Belo Campo–Bahia. Fonte: Secretária de Agricultura do município de Belo Campo, Bahia, 2023.

O solo coletado em lavoura comercial apresentou textura franco argilo arenosa, e quanto à análise química do solo, na camada de 0-20 cm, mostrou os seguintes resultados: pH (em água) = 5,6; P = 5,0 mg dm⁻³; K + = 0,21 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 2,1 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,9 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c dm⁻³; H⁺ = 3,0 cmol_c dm⁻³; SB = 3,2 cmol_c dm⁻³; t = 3,3 cmol_c dm⁻³; T = 6,3 cmol_c dm⁻³; V(%) = 51; m(%) = 3.

Para a implantação dessa área, não foi realizado preparo do solo, assim como calagem e adubação. As manivas não foram selecionadas antes do plantio, quanto à circunferência e o comprimento, não sendo também descartadas aquelas com injúrias de pragas e doenças, além de não serem plantadas em espaçamento definido. Também não foram utilizados os manejos de irrigação e controle de pragas e doenças durante a condução da lavoura.



Figura 4. Lavoura comercial de mandioca aos 12 meses após o plantio, localizada na comunidade de Sussuarana, município de Belo Campo, Bahia.

3.4 Ensaio I – Qualidade das manivas-semente em função da origem e períodos de armazenamento

3.4.1 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições e três tratamentos, formados pelas três origens das ramas (coletadas em áreas de manejo de irrigação e adubação- I+A, na ausência desses manejos e em lavoura comercial), sendo estas armazenadas a 0, 30, 60 e 90 dias, considerando cada período de armazenamento como um ensaio.

3.4.2 Instalação e condução do ensaio I

As ramas foram coletadas em três áreas distintas, com manejo de adubação e irrigação, na ausência desses manejos e lavoura comercial, aos 12 meses de idade. As ramas foram selecionadas com um metro de comprimento e armazenadas a pleno sol.

A cada 30 dias, durante o período de 90 dias (dezembro de 2020 a março 2021), contando da data da coleta do material, sendo esta considerada o período de 0 dia de armazenamento (dezembro 2020), as ramas foram fracionadas, descartando-se 20 cm das

extremidades, utilizando 20 cm centrais para caracterização e 20 cm restantes para o plantio em câmara de propagação (estufim) para acompanhamento das brotações.

O estufim foi construído em alvenaria, preenchido com 0,15 m de brita na base e 0,15 m de areia lavada na superfície (Figura 5). A área de plantio do canteiro foi de 2,4 m², sendo o espaçamento utilizado de 0,1 m entre manivas. Este foi irrigado diariamente de maneira uniforme, utilizando-se 20 litros de água por dia.

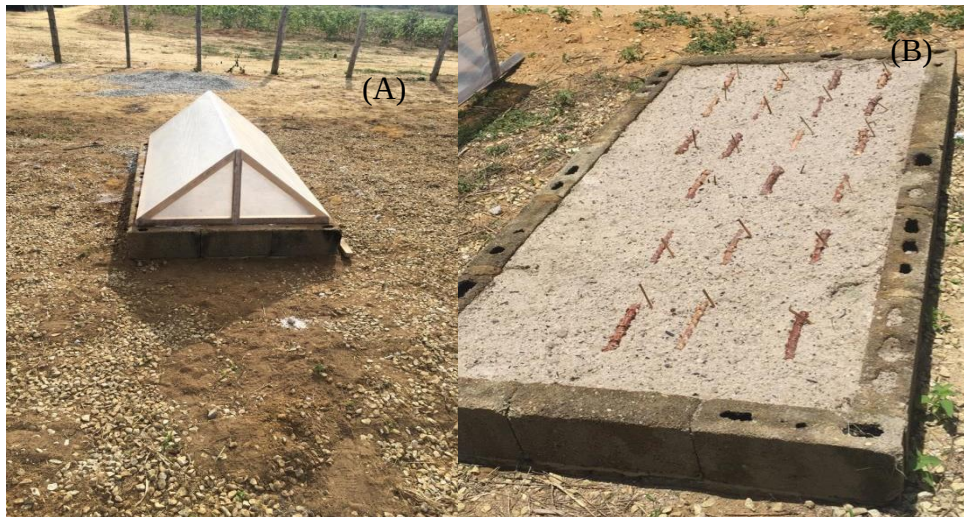


Figura 5. Câmara de propagação (estufim) (A) e plantio das manivas (B). Vitória da Conquista- BA, 2023.

Os dados de temperaturas mínimas, máximas e médias, dentro do estufim, foram coletados diariamente com o auxílio de um termômetro analógico de temperaturas máximas e mínimas, durante a execução do ensaio, e estão apresentados na Figura 6.

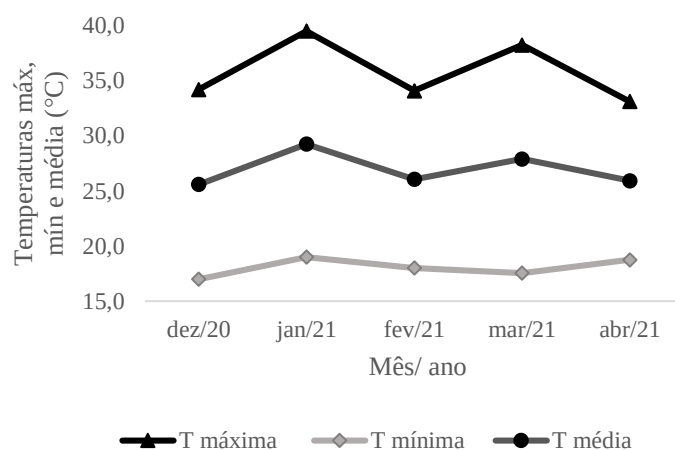


Figura 6. Dados mensais de temperaturas máximas, mínimas e médias do estufim coletadas no período 6 de dezembro de 2020 até 9 de abril de 2021. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

3.4.3 Características estudadas no ensaio I

3.4.3.1 Caracterização das manivas

- Diâmetro médio da maniva e da medula:** realizada com o auxílio de um paquímetro digital (mm);
- Relação da medula/ maniva:** relação entre o diâmetro da medula e da maniva, expressa em %;
- Massa fresca da maniva:** obtida em balança de precisão de 0,001g;
- Massa seca da maniva:** as manivas foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa com circulação forçada de ar para secagem (65 ± 3 °C) até atingir massa constante; posteriormente, foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g;
- Umidade da maniva:** calculou-se a umidade da maniva utilizando a equação: $U = \frac{a-b}{b} \times 100$, em que U= umidade da maniva (%), a= massa fresca da maniva (g) e b= massa seca da maniva (g);
- Número de gemas:** contagem total das gemas da maniva de 20 cm.

3.4.3.2 Avaliação das brotações

Aos 30 dias após cada plantio, as manivas foram retiradas do estufim, realizando as seguintes avaliações:

- a) **Número de brotações:** padronizou-se a contabilização das brotações com 0,5 cm;
- b) **Porcentagem de brotações (%):** determinada a partir da relação entre número de brotações e número de gemas;
- c) **Altura da maior brotação (cm):** determinada medindo-se a partir do nível da maniva até a extremidade da brotação com auxílio de régua graduada;
- d) **Diâmetro do caule da maior brotação (mm):** foi determinado a partir de 2,0 cm do solo com auxílio do paquímetro digital;
- e) **Área foliar da maior brotação (cm²):** determinada com a utilização do equipamento Área Meter (LI-3100, LI-COR Biosciences, USA);
- f) **Massa fresca da maior brotação, da brotação média e das raízes:** as frações foram pesadas separadamente, logo após a coleta, em balança de precisão de 0,001 g;
- g) **Massa seca da maior brotação, da brotação média e das raízes:** para obtenção da massa seca, cada fração foi separada e acondicionada em sacos de papel, colocados em estufa com circulação forçada de ar para secagem (65 ± 3 °C) até atingir massa constante, para posterior peso em balança de precisão de 0,001 g.

3.4.4 Análise estatística do ensaio I

A análise estatística do ensaio I foi realizada utilizando-se os programas estatísticos SAEG, versão 9. 1, e Agroestat, versão 1.1. Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett, para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias, respectivamente, e, quando necessário, foi realizada a transformação dos dados. Posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta. Foram considerados como experimentos os períodos de armazenamento e, como tratamentos, as origens das manivas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e, para estudo dos períodos de armazenamento, utilizou-se a regressão polinomial a 5 % de probabilidade. Os modelos matemáticos para expressar o comportamento das variáveis, foram escolhidos com base no maior coeficiente de determinação e a melhor explicação biológica da característica.

Adicionalmente, realizou-se análise de correlação linear de Pearson, utilizando o programa Agroestat, versão 1.0. Para as características da maniva que não são influenciadas pelo armazenamento, utilizou-se o teste “t” para a comparação das diferentes origens das ramas.

3.5 Ensaio II - Produção de raízes tuberosas em função da origem do material de plantio e adubação

3.5.1 Delineamento experimental

Utilizou-se para condução deste ensaio, o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, arranjos em esquema fatorial 3 x 2, constituídos por três origens das manivas-semente (provenientes de área com manejo de irrigação e adubação, na ausência dos manejos e de lavoura comercial), sendo estas plantadas na presença e ausência de adubação NPK.

Cada parcela experimental ocupou uma área de 36 m², sendo composta por quatro linhas de plantio, distanciadas de um metro, com plantas espaçadas a cada 0,6 m. As linhas centrais foram consideradas úteis, ocupando 15,60 m² com 26 plantas.

3.5.2 Instalação e condução do Ensaio II

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico Típico, com relevo plano e textura franco-argilo arenosa. Realizou-se a coleta de amostras de solo na camada de 0-20, para posterior análise química, apresentando os seguintes resultados: pH (em água) = 5,0; P = 20 mg dm⁻³; K⁺ = 0,12 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 0,6 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,5 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,6 cmol_c dm⁻³; H⁺ = 3,2 cmol_c dm⁻³; SB = 1,2 cmol_c dm⁻³; t = 1,8 cmol_c dm⁻³; T = 5,0 cmol_c dm⁻³; V (%) = 24; m (%) = 33.

Para execução do ensaio II, o solo foi arado e gradeado e os sulcos abertos com espaçamento de um metro. Posteriormente, realizou-se a calagem, utilizando 0,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT 100%, somente nos tratamentos em que iria ser feita a adubação NPK.

Com base na análise química de solo, foi feita a adubação nas parcelas sorteadas, realizando-se, no momento do plantio, a adubação fosfatada com 111, 11 kg ha⁻¹ de superfosfato simples aplicados nos sulcos de plantio. Aos 45 dias após o plantio, foi realizada as adubações nitrogenada e potássica, utilizando 88,88 kg ha⁻¹ de ureia e 33,33

kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, respectivamente, conforme a recomendação de Nogueira e Gomes (1999).

O plantio foi realizado em dezembro de 2020, utilizando manivas selecionadas com 20 cm de comprimento e 2 a 3 cm de diâmetro, com cinco a sete gemas, plantadas horizontalmente e espaçadas a cada 0,6 metros entre plantas e 1,0 m entre linhas.

Durante a condução do experimento, foi feito o controle de plantas daninhas com capina manual a cada dois meses, e de pragas, como a mosca do broto (*Neolsilba perezi*), utilizando o inseticida Espinetoram e formigas (*Atta* sp.), aplicando formicida à base de Sulfluramida 0,3%.

A colheita foi realizada aos 17 meses após o plantio, em maio de 2022, de forma manual com auxílio de enxada.

3.5.3 Características avaliadas no ensaio II

- a) **Altura de plantas (cm):** medida do nível do solo até o topo da planta, com régua graduada;
- b) **Diâmetro do caule (mm):** medido aos 20 cm do solo com auxílio de um paquímetro;
- c) **Estande final:** contagem das plantas de mandioca da área útil da parcela no momento da colheita, sendo estimado em hectare;
- d) **Índice de clorofila Falker:** a determinação foi realizada em uma folha da porção mediana da copa, com o auxílio de clorofilometro portátil (ClorofiLOG CFL1030, Falker, Porto Alegre);
- e) **Área Foliar (cm²):** medida a partir de todas as folhas de uma planta, por parcela, no momento da colheita, com a utilização do equipamento Área Meter (LI-3100, LICOR Biosciences, USA);
- f) **Índice da área foliar:** determinou-se, no momento da colheita, a partir da relação entre área foliar total e a área do solo disponível para a planta, obtida pelo espaçamento utilizado (1,0 x 0,6 m);
- g) **Produtividade de parte aérea (t ha⁻¹):** determinado pela pesagem do material vegetal, no momento da colheita das raízes, estimada em hectare;
- h) **Produtividade de raízes tuberosas (t ha⁻¹):** pesagem de todas as raízes tuberosas produzidas na área útil da parcela, estimada em hectare;

- i) **Índice de colheita:** relação entre o peso de raízes tuberosas e o peso total da planta, de acordo com a fórmula: $IC = \frac{\text{Massa de raízes}}{\text{massa da parte aérea} + \text{massa de raízes}}$;
- j) **Porcentagem de massa seca em raízes tuberosas:** determinada pelo método da balança hidrostática, com base na fórmula: $MS = 15,75 + 0,0564 R$, sendo R a massa de 3 kg de raízes em água (Grossmann e Freitas, 1950);
- k) **Porcentagem de amido em raízes tuberosas:** calculada subtraindo-se do teor de massa seca a constante 4,65 (Conceição, 1981);
- l) **Rendimento de farinha:** obtido pela equação proposta por Fukuda e Caldas (1987): $Y = 2,57567 + 0,0752613 * X$, em que Y representa a porcentagem de farinha e X é a massa de 3 kg de raiz na água, obtido pelo método da balança hidrostática;
- m) **Produtividade de amido (t ha⁻¹):** calculada multiplicando-se a porcentagem de amido pela produtividade de raízes tuberosas, estimada em hectare;
- n) **Produtividade de farinha (t ha⁻¹):** obtida multiplicando-se a porcentagem de farinha pela produtividade de raízes tuberosas, estimada em hectare.

3.5.4 Análise estatística do ensaio II

A análise estatística deste ensaio foi realizada utilizando-se os programas SAEG, versão 9. 1, e Agroestat, versão 1.1. Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adicionalmente, realizou-se análise de correlação linear de Pearson entre as características agrônômicas. Para as características da maniva, utilizou-se o teste “t” para a comparação das diferentes origens das ramas.

3.6 Ensaio III – Produção de miniestacas de mandioca em função da densidade de plantio e de épocas de colheita

3.6.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 20 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas subdivididas, formados por cinco densidades de plantio (40.000; 50.000; 66.667; 100.000; 200.000 plantas ha⁻¹) nas parcelas, e quatro épocas de corte das miniestacas (180; 195; 210 e 225 dias após o plantio) nas subparcelas.

As subparcelas foram formadas por quatro linhas e 40 plantas, sendo as áreas úteis constituídas por duas linhas centrais com 16 plantas e ocupando 4,0; 3,2; 2,4; 1,6; 0,8 m² nas densidades de plantio de 40.000; 50.000; 66.667; 100.000; 200.000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

3.6.2 Instalação e condução do Ensaio III

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico Típico, com relevo plano e textura franco argilo arenosa. A análise química do solo coletado na área experimental, na profundidade 0-20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH (em água) = 5,6; P = 12 mg dm⁻³; K⁺ = 0,31 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 2,5 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,1 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c dm⁻³; H⁺ = 1,9 cmol_c dm⁻³; SB = 3,9 cmol_c dm⁻³; t = 4,0 cmol_c dm⁻³; T = 5,9 cmol_c dm⁻³; V(%) = 66; m(%) = 2.

O Preparo do solo foi realizado de modo mecanizado com aração, gradagem e abertura de sulcos espaçados a 0,5 metros, com 10 cm profundidade. O plantio foi realizado utilizando-se manivas selecionadas, com 10 cm de comprimento, plantadas horizontalmente em espaçamentos 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 m.

Com base na análise de solo e na recomendação de adubação para produção de parte aérea de Borges et al. (2021), não houve necessidades de calagem e aplicação de fonte fosfatada e potássica. Apenas foi realizada adubação nitrogenada, utilizando-se 134 kg.ha⁻¹ de ureia, parcelados em duas vezes, aos 60 e 120 dias após o plantio.

A capina manual foi realizada quando necessária, com o auxílio de enxada. Realizou-se o controle de pragas, como a mosca do broto (*Neolsilba perezii*), utilizando-se o inseticida Espinetoram; formigas (*Atta* sp.), utilizando formicida à base de Sulfluramida 0,3%; e broca das hastes (*Sternocoelus* spp), por meio da catação de adultos na armadilha CNPMF (Rodriguez et al., 2009).

Nos dias 01 de setembro 2022, aos 180 dias após o plantio; 15 de setembro de 2022, aos 195 dias após o plantio; 29 de setembro de 2022, aos 210 dias após o plantio; e 13 de outubro de 2022, aos 225 dias após plantio, foram realizadas as coletas das hastes, sendo estas cortadas a cinco centímetros do solo, com o auxílio de uma tesoura de poda e encaminhadas ao laboratório de Melhoramento e Produção Vegetal da UESB para, posteriormente, serem feitos os cortes das miniestacas na porção basal, parte mais lenhosa, com espessura entre sete a 10 mm e 13 cm de comprimento.

3.6.3 Características avaliadas no ensaio III

- a) **Número de hastes por planta:** contagem do número total de hastes;
- b) **Altura da haste (cm):** medida do nível do solo até o topo da haste;
- c) **Massa total das hastes (kg):** realizando-se o peso total das hastes.
- a) **Número de miniestacas por haste:** contagem de miniestacas cortadas por rama;
- b) **Número de miniestacas por hectare:** contagem de todas as miniestacas produzidas nas subparcelas, estimando esse valor por hectare;
- c) **Massa fresca de miniestacas(g):** realizada a partir do peso de uma miniestaca em balança de precisão de 0,001 g;
- d) **Massa seca de miniestacas(g):** para obtenção da massa seca, as miniestacas foram colocadas em estufa, com circulação forçada de ar para secagem (65 ± 3 °C) até atingirem massa constante; posteriormente, foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g;
- e) **Umidade de miniestacas (%):** calculou-se a umidade da miniestaca utilizando-se a expressão: $Umidade = \frac{a-b}{b} \times 100$, em que Umidade = umidade da miniestaca (%), a= massa fresca da miniestaca, (g) e b= massa seca da miniestaca (g);
- f) **Volume de miniestaca (mL):** obtido através do deslocamento de 300 mL de água, após a imersão de três esatquinhas em proveta graduada, metodologia adaptada de Ohland *et al.* (2014);
- g) **Diâmetro do caule e da medula da porção basal e apical(mm):** mensurado com auxílio de um paquímetro;
- h) **Relação medula/miniestacas (%):** a relação do diâmetro da medula com o diâmetro da miniestaca, expressa em %.

3.6.4 Análise estatística do ensaio III

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SAEG, versão 9. 1. Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a Análise de Variância e Regressão Polinomial, a 5 % de probabilidade, para as densidades de plantas e épocas de coleta. Os modelos matemáticos, para expressar o comportamento das variáveis, foram escolhidos com base no maior coeficiente de

determinação e a melhor explicação biológica da característica. Adicionalmente, realizou-se a análise de correlação linear de Pearson entre as características agrônômicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio I— Qualidade das manivas-semente em função da origem e períodos de armazenamento

Manivas cortadas com 20 cm de comprimento, provenientes da área irrigada e adubada, apresentaram o diâmetro total e diâmetro da medula, respectivamente de 27,07 e 12,45 mm, valores superiores aos encontrados em manivas coletadas em área cultivada sem irrigação e adubação e em lavoura comercial (Tabela 1). No entanto, todas as manivas, independente da origem, apresentaram diâmetro superior a 20 mm, indicativo de estágio ideal de maturação, conforme Santo et al. (2021).

Tabela 1. Diâmetro da maniva (DM), diâmetro da medula (DMED) e relação entre o diâmetro da maniva e diâmetro da medula(M/MED) e número de gemas por maniva (N) em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023

Material de plantio	DM (mm)	DMED (mm)	M/MED (%)	N
Presença I+A	27,07 a	12,45 a	46,00 a	6,15 b
Ausência I+A	22,46 c	10,95 b	48,75 a	6,85 b
Lavoura comercial	25,23 b	9,51 c	37,70 b	8,70 a
Média	24,92	10,97	44,15	7,23

I: Irrigação; A: adubação

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste “t”, a 5% de probabilidade.

A utilização de adubação, associada à irrigação, favoreceu maior diâmetro do caule, resultando em manivas mais espessas. A disponibilidade de água é responsável pelo transporte e absorção de nutrientes, sendo que estes, em níveis adequados, especialmente o nitrogênio, leva à maior capacidade fotossintética da planta e distribuição eficiente dos fotoassimilados para o crescimento vegetativo (Yu et al., 2018; Santo et al., 2021).

Na região Sudoeste da Bahia, os sistemas de produção da mandioca são caracterizados pela pouca utilização de técnicas agrônômicas, nas quais a maioria dos produtores não utiliza adubação e calagem, e quando é feita não se baseiam na análise de solo. Também não se utiliza irrigação, além disso, a maioria das lavouras de mandioca é

plantada sem espaçamento definido, e é tomado pouco cuidado com o material de plantio, desde o momento do corte até o armazenamento (Carvalho et al., 2007). Essa escassez de manejo acarreta na baixa produtividade de raízes tuberosas, baixa produção de ramas e reduzido conteúdo de reservas da mesma, o que foi observado neste trabalho, nas manivas coletadas em lavoura comercial, sendo essas menos espessas.

Foi observado, na Tabela 1, que independentemente do manejo utilizado na obtenção das manivas, estas apresentaram-se dentro do padrão estabelecido por Prates et al. (2017), ocupando, no máximo, em torno de 50% do diâmetro da maniva. Contudo, aquelas oriundas de lavoura comercial apresentaram valores diferentes dos demais tratamentos.

A relação entre diâmetro da medula e o diâmetro da maniva foi superior a 50%, a haste ainda está verde, herbácea, alto grau de umidade. Por outro lado, medulas com diâmetro reduzido indicam que as ramas estão mais lignificadas, pouca umidade com gemas mais velhas que interferirá em brotação retardada (Schoffel et al., 2022).

A medula apresenta alto teor de água, e é circundada pelo córtex que contém principalmente açúcares e células parenquimatosas. Dessa maneira, o tamanho da medula pode ser considerado parâmetro importante, como indicador de maturação das manivas (Obele et al., 2020; Schoffel et al., 2022).

Quanto ao número de gemas, as manivas com comprimento de 20 cm apresentaram, em média, 7,23 gemas, sendo que aquelas coletadas em área do produtor foram superiores às das demais origens (Tabela 1).

Esse parâmetro influencia na taxa de brotação e no crescimento vegetativo, sendo que manivas de 20 cm devem conter entre cinco a sete gemas para se obter brotos vigorosos (Coutinho et al., 2020).

Ainda em relação à caracterização das manivas, observa-se, na Tabela 2, que houve efeito da origem do material de plantio somente para massa fresca da maniva. Os períodos de armazenamento das ramas influenciaram a massa fresca e a umidade. No entanto, a interação origem dos materiais de plantio e períodos de armazenamento não foi significativa para nenhuma das características.

Tabela 2. Resumo de análise de variância conjunta para as características massa fresca (MF), massa seca (MS) e umidade das manivas em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023

FV	GL	Quadrados Médios		
		MF	MS	Umidade
Material de plantio (MP)	2	1.805,17 *	775,82	65,54
Armazenamento (A)	3	2.916,79 *	174,10	1.241,82 *
MPxA	6	252,85	278,64	124,25
Resíduo	48	506,75	129,76	107,69

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

Verifica-se que a massa fresca de manivas, provenientes de área com irrigação e adubação, foi superior à de manivas oriundas da área que não foi cultivada com tais práticas (Tabela 3).

A disponibilidade de água para planta, durante os primeiros cinco meses após o plantio, aumenta a taxa fotossintética, ocorrendo maior disponibilidade de CO₂, devido à abertura estomática, promovendo maior produção dos fotoassimilados que são direcionados para os órgãos, aumentando a massa do caule. Além disso, a irrigação resulta ainda na turgescência das células que, por sua vez, promove o alongamento celular, contribuindo no desenvolvimento vegetativo (Pereira et al., 2022).

Não foram observadas diferenças de massa seca e umidade entre manivas de diferentes origens, apresentando média de 40,06 g e 55,23%, respectivamente (Tabela 2). Semelhantemente aos resultados encontrados por Promkhambut et al. (2015), as ramas armazenadas a pleno sol possuíam 55,59% de umidade. Segundo os mesmos autores, há baixa taxa de brotação das manivas, quando a umidade está inferior a 50%.

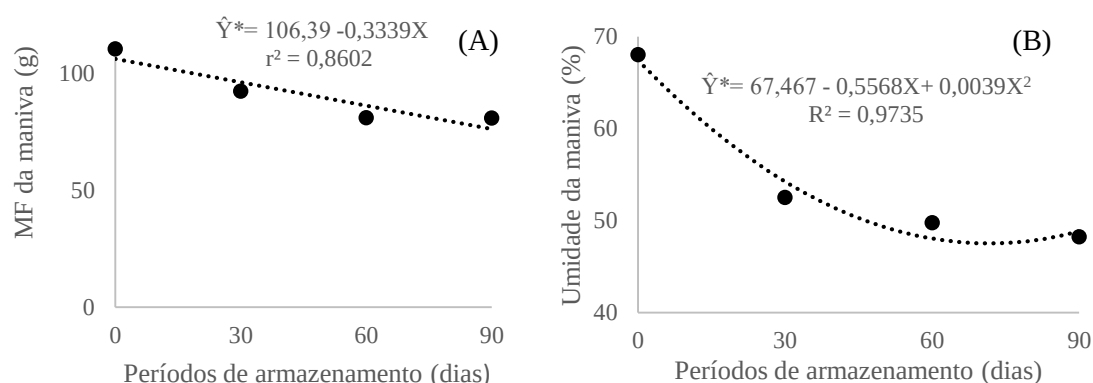
Tabela 3. Massa fresca (MF)(g), massa seca (MS)(g) e umidade (%) das manivas em função da origem dos materiais de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023

Material de Plantio	MF(g)	MS(g)	Umidade (%)
Presença I+A	102,10 a	47,11 a	52,82 a
Ausência I+A	84,04 b	35,48 a	56,44 a
Lavoura comercial	87,95 ab	37,43 a	56,44 a
Média	91,36	40,06	55,23

I: Irrigação; A: adubação

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

Observa-se efeito linear decrescente dos períodos de armazenamento das ramas, com um metro de comprimento e a pleno sol, para massa fresca das manivas com 20 cm de comprimento (Figura 7 A), sendo que, para umidade das mesmas, foi ajustado modelo quadrático (Figura 7 B). Pela equação, estimou-se que a menor umidade foi de 47,59%, aos 71 dias de armazenamento, quando houve aparente estabilização.



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 7. Estimativa de massa fresca (MF) (g) (A) e umidade (B) de manivas em função de períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Conforme Polthanee (2018), quando ramas de mandioca permanecem durante 90 dias armazenadas, estas apresentam decréscimos na umidade para 40 %, o que, em consequência, há diminuição na massa das mesmas, sendo esse aspecto observado no presente estudo. As ramas, quando estão armazenadas a pleno sol, perdem mais umidade por evaporação do que quando estão cobertas com palhada (Mdeney et al., 2016).

Diante disso, ambientes quentes, como no caso do presente trabalho, onde o município de Vitória da Conquista tem variação de temperaturas entre 15,0 °C a 26,0 °C (Figura 1), o armazenamento de ramas deve ser o mais curto possível, a fim de evitar perda de água que influenciará na reabsorção de umidade do ambiente para a brotação, sendo esta pequena, quando as ramas perdem água a nível crítico (Mdeney et al., 2016).

A água participa dos processos bioquímicos na brotação das manivas, na ativação de enzimas utilizadas no processo de respiração e, conseqüentemente, na brotação. Por isso, a perda de umidade em materiais de plantio acarreta na diminuição, no vigor e na viabilidade das manivas (Oladejo e Sikuru, 2019).

Geralmente, os produtores de mandioca da região Sudoeste da Bahia intensificam a colheita da mandioca entre os meses de junho a agosto, período seco e frio, quando o teor de amido das raízes e o rendimento de farinha são maiores. Desse modo, as ramas permanecem armazenadas, a pleno sol, por cerca de 90 dias, até o início das chuvas, no mês de novembro, quando é feito o plantio. Pelos resultados obtidos no presente trabalho, a partir de 30 dias de armazenamento, houve perda na massa e umidade das ramas, interferindo, posteriormente, na brotação das manivas.

Após cada período de armazenamento, as ramas foram cortadas em manivas de 20 cm, e colocadas em estufins com areia lavada, onde foram mantidas por 30 dias. Nessas condições, observou-se efeito dos materiais de plantio sobre o número de brotações e altura da maior brotação; e dos períodos armazenamento sobre o número e a porcentagem das brotações; e também sobre altura, diâmetro e área foliar da maior brotação (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo de análise de variância conjunta do número (NB) e porcentagem (PB) de brotações, altura (Alt), diâmetro (DIA) e área foliar (AF) da maior brotação em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.

FV	GL	Quadrados Médios				
		NB	PB	Alt	DIA	AF
Material de plantio (MP)	2	6,71 *	418,06	17,10*	4,87	1213,75
Armazenamento (A)	3	33,37 *	4.944,44 *	59,60*	7,64*	6.695,01*
MP*A	6	1,16	595,57	1,20	1,20	1.108,88
Resíduo	48	1,00	267,45	1,13	1,13	1.193,83

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

Manivas coletadas em lavoura comercial apresentaram maior número de brotações do que aquelas originárias de área mantida com irrigação e adubação (Tabela 5), o que pode ser atribuído ao maior número de gemas encontradas no material da lavoura comercial (Tabela 1). Isso pode ser devido ao encurtamento dos entrenós no período de seca, durante o desenvolvimento da planta, principalmente no mês de março (Figura 3), uma vez que existe correlação positiva entre essas duas características ($r= 0,27^*$).

Tabela 5. Número (NB), porcentagem (PB) de brotações, Altura (Alt), diâmetro (DIA) e área foliar (AF) da maior brotação em função da origem dos materiais de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.

Material de Plantio	NB	PB (%)	Alt (cm)	DIA (mm)	AF (cm ²)
Presença I+A	3,25 b	54,00 a	7,51 a	4,65 a	84,02 a
Ausência I+A	3,95 ab	59,90 a	5,67 b	3,86 a	71,97 a
Lavoura comercial	4,40 a	50,90 a	6,76 b	3,75 a	69,43 a
Média	3,86	54,93	6,64	4,08	75,14

I: Irrigação; A: adubação.

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

Segundo Hartati et al. (2021), o maior número de brotações pode ser desvantajoso porque as reservas das manivas serão divididas e distribuídas para todos os brotos, resultando na redução do desenvolvimento da planta.

A porcentagem média das brotações foi de 59,93 % (tabela 5), resultado diferente foi encontrado por Sungthongwises et al. (2016), que obtiveram, em média, 90,79% de brotações. A temperatura dentro do estufim pode ter favorecido à baixa porcentagem de brotação desses materiais de plantio. Durante todos os períodos de plantio, a temperatura máxima chegou a 36°C (Figura 6), favorecendo a perda de umidade por evaporação e, dessa maneira, comprometendo o vigor das manivas.

O plantio das manivas, em condições de temperaturas elevadas, reduziu a brotação, sendo também observado por Mdenye et al. (2018) no Quênia. Esses autores relataram brotação de 75,77%, quando o plantio da maniva foi feito em localidade com temperatura média de 20,32°C e de 42,22%, apresentando temperatura média durante o armazenamento de 31,34°C.

Manivas provenientes de ramas, coletadas em área com irrigação e adubação, apresentaram brotos mais altos (Tabela 5). A massa da maniva pode ser indicadora da quantidade de reservas (Okogbenin et al., 2013). Assim, manivas coletadas em área irrigada e adubada possuem maior quantidade de reservas, o que, associado ao seu índice de brotação, leva à menor competição entre os brotos, que se mostraram mais vigorosos. A correlação positiva encontrada entre a altura da maior brotação e a massa fresca da maniva ($r=0,37^*$) e a correlação negativa obtida entre altura da maior brotação e o número de brotações ($r=-0,27$) corroboram essa afirmação.

Um dos fatores que contribuem para o aumento da produtividade da cultura da mandioca é o plantio de manivas de qualidade, pois permite o desenvolvimento inicial de brotações vigorosas (Hartati et al., 2021). Tal comportamento foi observado em manivas coletadas em área irrigada e adubada, onde as plantas de mandioca apresentaram caules mais vigorosos, com maior massa fresca para o crescimento das brotações.

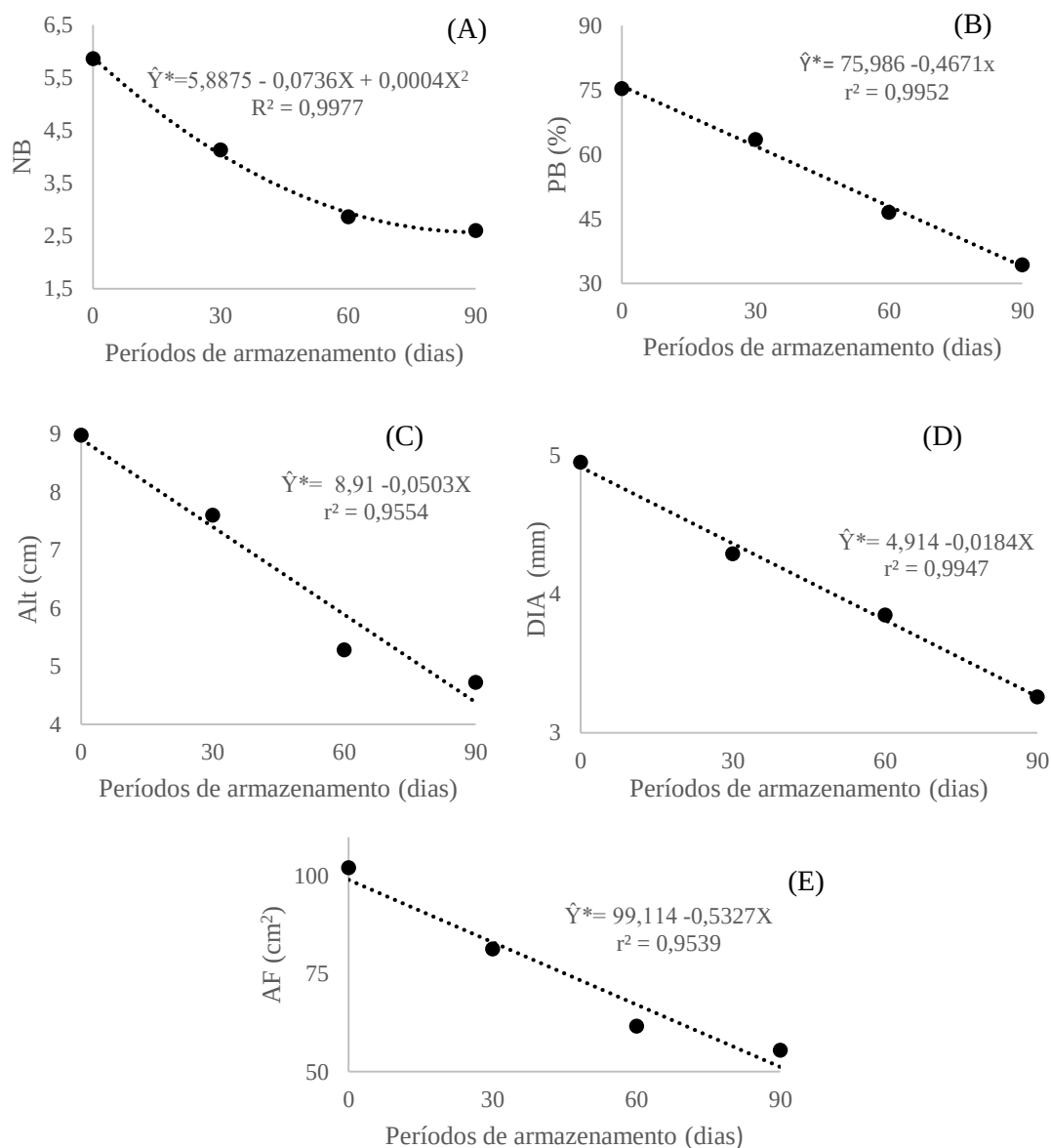
O diâmetro do caule e a área foliar da maior brotação, das manivas de diferentes origens, apresentaram valores médios de 4,08 mm e 75,14 cm², respectivamente (Tabela 5). Essas duas características apresentam correlações positivas com a altura da maior brotação ($r= 0,42^*$ e $r= 0,50^*$, respectivamente). O maior conteúdo de reservas do material de plantio contribuiu para o desenvolvimento inicial dos brotos, permitindo maior crescimento e formação mais rápida das folhas, o que favorece o estabelecimento da cultura em campo.

Foi ajustado modelo quadrático para número de brotações em função dos períodos de armazenamento de manivas (Figura 8A). Observa-se efeito linear decrescente para porcentagem de brotações (Figura 8B), altura (Figura 8C), diâmetro do caule (Figura 8D) e área foliar (Figura 8E) da maior brotação.

Pela equação de regressão, foi estimado 2,5 brotações por maniva de 20 cm, aos 89 dias de armazenamento, o que representa decréscimo de 40,67% nas brotações, em relação ao que foi encontrado em manivas provenientes de ramas que não foram armazenadas. Comportamento semelhante foi relatado por Sungthongwives et al. (2016), que afirmaram que a taxa de brotação das manivas diminui, quando a duração de armazenamento aumenta; e por Mdeney et al. (2018), que relataram que ramas armazenadas por 16 semanas, em ambientes quentes, tendem a perder as reservas, reduzindo a taxa de brotação e o desenvolvimento dos brotos.

Durante o armazenamento, os materiais de plantio perdem suas reservas porque as ramas, para se manterem vivas nesse período, continuam a respirar, havendo alta perda de carboidratos (Oladejoe Sikuru, 2019).

Na região Sudoeste da Bahia, o armazenamento das ramas, às vezes, é feito por até 120 dias, o que contribui para a redução das reservas das manivas e redução de vigor das brotações, comprometendo o estabelecimento inicial da cultura, sendo ainda uma das razões que explica a baixa produtividade de raízes. Assim como ocorreu com a porcentagem de brotação, a altura e o diâmetro da maior brotação mostraram redução com o aumento do período de armazenamento. A perda de reservas, associada à redução de umidade (Mdeney et al., 2016) (Figura 8B) contribuiu para o menor vigor apresentado pelas brotações, o que dificultou o estabelecimento inicial da cultura em campo (Figura 8C e D).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 8. Estimativa do número (NB)(A) e porcentagem de brotações (PB) (B), Altura (Alt) (C), diâmetro (DIA) (D) e área foliar (AF) (E) da maior brotação em função dos períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

A área foliar da maior brotação foi reduzida, quando as ramas foram armazenadas (Figura 8E). Quando as ramas não foram armazenadas, estimou-se pela equação de regressão da área foliar da maior brotação de 99,11 cm², valor reduzido para 55,08 cm² aos 90 dias de armazenamento, o que representa um decréscimo de 44,25%. O desenvolvimento inicial da parte aérea é muito importante, pois esta contribuirá para a produção fotossintética da planta, promovendo o seu rápido crescimento, e a tuberação das raízes (Mdeney et al., 2016).

Verificou-se interação significativa entre material de plantio e períodos de armazenamento das ramas para massa seca e fresca das raízes. Os períodos de armazenamento influenciaram a massa seca da maior brotação. A massa seca média do broto diferiu entre as origens do material de plantio (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo de análise de variância de massa fresca (MF) e massa seca (MS) da raiz da maior brotação (MB) e da brotação média (B) em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.

FV	GL	Quadrados Médios					
		MF raiz	MS raiz	MF MB	MS MB	MF B	MS B
Material de plantio (MP)	2	35,38	0,07	2,48	0,20	1,08	0,090 *
Armazenamento (A)	3	17,20	0,10	7,18	0,49 *	0,82	0,011
MP*A	6	13,06 *	0,06 *	2,18	0,05	0,51	0,007
Resíduo	48	3,87	0,02	1,46	0,06	1,12	0,015

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

Quando o material de plantio não foi armazenado, ou quando foi armazenado por 60 dias, maior massa fresca de raízes foi observada em manivas coletadas em área irrigada e adubada (Tabela 7). Aos 30 dias de armazenamento, estas apresentaram massa fresca de raízes superior àquela observada em manivas provenientes de área que não foi irrigada nem adubada. Aos 90 dias de armazenamento, essa característica não variou entre os materiais de plantio, o que pode indicar que, nesse período, a perda de reservas foi maior e uniforme. Foi encontrada correlação positiva entre massa seca de raízes e massa fresca de manivas ($r=0,47^*$).

Tabela 7. Massa fresca da raiz (g) em função da origem dos materiais de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.

Material de plantio	Períodos de armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
Presença I+A	7,31 a	5,63 a	5,48 a	1,54 a
Ausência I+A	3,99 b	2,58 b	2,14 b	1,23 a
Lavoura comercial	2,09 b	4,31 ab	1,85 b	3,54 a
Média	4,46	4,17	3,15	2,10

I: Irrigação; A: adubação.

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

Para Schoffel et al. (2021), a mensuração dos caracteres radiculares determina a qualidade do material de plantio. Assim, em relação à massa seca da raiz, nota-se que as manivas oriundas de área irrigada e adubada, quando não armazenadas, mostraram maiores valores, quando comparadas àquelas coletadas em lavoura comercial, não havendo diferença para esta característica entre as diferentes origens do material de plantio nos demais períodos de armazenamento (Tabela 8).

Manivas com maior massa seca apresentam maior conteúdo de reservas para o estabelecimento inicial das brotações e raízes, mesmo em condições de armazenamento, fato que também foi relatado por Sungthongwises et al. (2016).

Tabela 8. Massa seca (g) da raiz em função da origem do material de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista – BA, 2023.

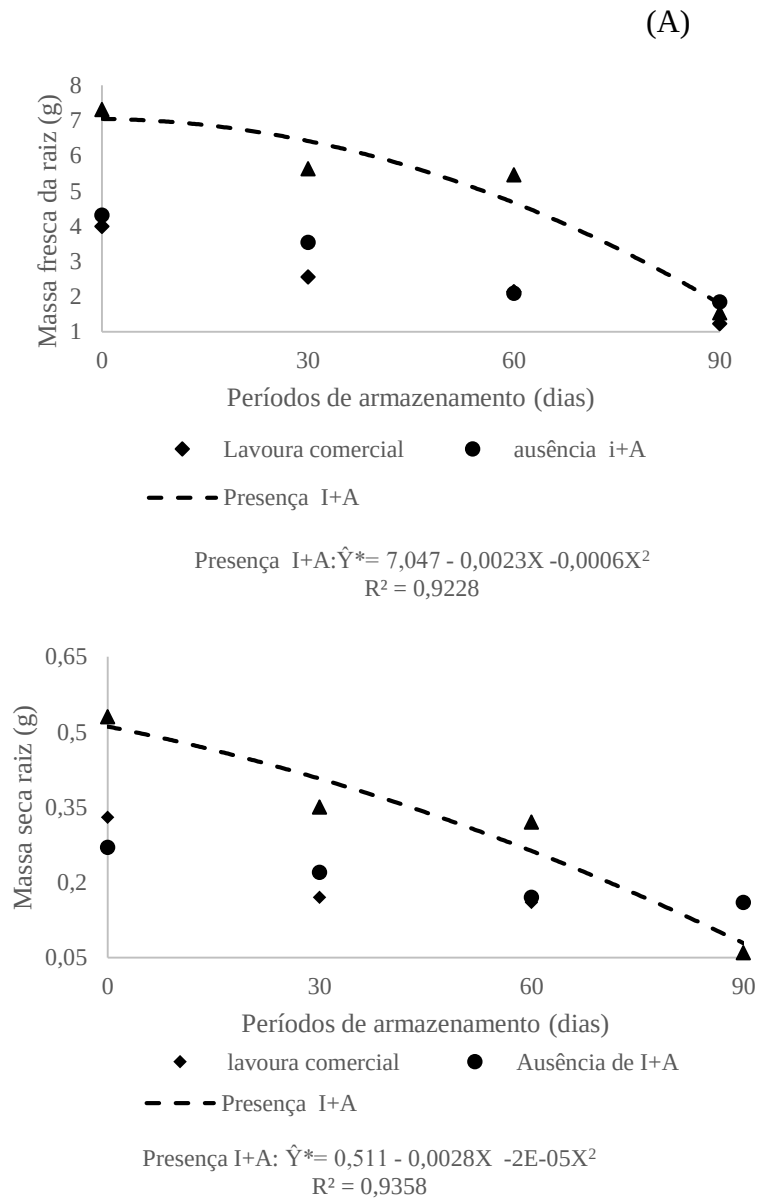
Material de plantio	Períodos de armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
Presença I+A	0,53 a	0,35 a	0,32 a	0,06 a
Ausência I+A	0,33 ab	0,17 a	0,16 a	0,16 a
Lavoura comercial	0,17 b	0,27 a	0,16 a	0,22 a
Média geral	0,34	0,26	0,21	0,14

I: Irrigação; A: adubação.

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

Observa-se que foi ajustado modelo quadrático para massa fresca e seca de raiz, em função dos períodos de armazenamento, apenas para as manivas oriundas de ramas coletadas em área irrigada e adubada, não sendo ajustado modelo para material de plantio das demais origens (figura 9A e B). Quando as ramas não foram armazenadas, estimou-se 7,04 g e 0,511 g de massa fresca e seca de raízes, respectivamente, porém, com 90 dias de armazenamento das ramas, apresentaram 2,35 g de massa fresca e 0,097 g de massa seca na raiz, havendo redução de 69% e 81%, respectivamente, para essas características.

O prolongado período de armazenamento (90 dias) levou ao consumo das reservas das manivas, devido à respiração e à desidratação das mesmas, interferindo na brotação e no enraizamento (Mdeney et al., 2016).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

I: Irrigação; A: adubação.

Figura 9. Estimativa da massa fresca (A) e seca (B) em função dos materiais de plantio e períodos de armazenamento. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Quanto à brotação média, que se refere aos valores médios de todas as brotações da maniva, nota-se também que os brotos de manivas oriundas do manejo de irrigação e adubação obtiveram maior massa seca (tabela 9), apresentando correlação positiva com o diâmetro da medula ($r=0,36^*$), da maniva ($r=0,43^*$) e massa fresca da maniva ($r=0,32^*$). Dessa forma, como as manivas da área onde se utilizou adubação e irrigação apresentaram-se com diâmetro e massa seca maiores, consequentemente, tiveram maior conteúdo de reservas para que, após o plantio, contribuíssem para o maior desenvolvimento dos brotos.

Segundo Polthanne e Manuta (2015), o conteúdo nutricional das manivas afeta diretamente o desenvolvimento da planta de mandioca. Os mesmos autores verificaram em estudo que a maior massa das brotações foi obtida em estacas com bom estado nutricional, com 23 mm de diâmetro, quando comparadas àquelas com pouco conteúdo de reservas, que apresentavam 13 mm de diâmetro.

Neste estudo, a circunferência das manivas, coletadas em área com irrigação e adubação, apresentou maior valor em relação às demais, com 27,07 mm (Tabela 1), o que contribuiu para seu melhor desenvolvimento inicial, comprovado pelas características de crescimento das brotações.

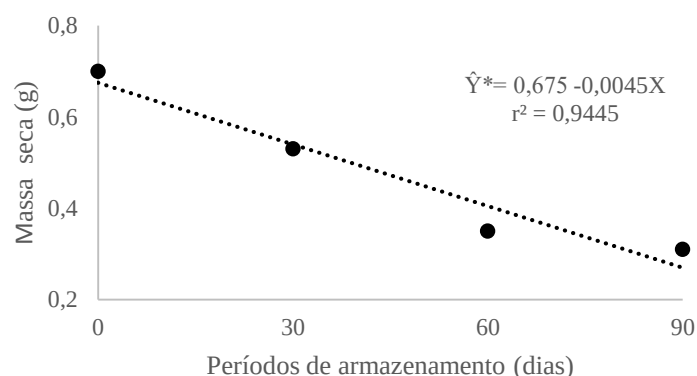
Tabela 9. Massa fresca (MF) e seca (MS) da maior brotação e da brotação média (B) em função da origem dos materiais de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.

Material de Plantio	MF (g)	MS (g)	MF B (g)	MS B (g)
Presença I+A	3,42 a	0,59 a	2,07 a	0,32 a
Ausência I+A	2,89 a	0,40 a	1,73 a	0,16 b
Lavoura comercial	2,76 a	0,43 a	1,62 a	0,22 b
Média	3,02	0,47	1,80	0,23

I: Irrigação; A: adubação.

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

A variação da massa seca da maior brotação, em função dos períodos de armazenamento, foi explicada por modelo linear decrescente, sendo que, quando as ramas não foram armazenadas, a maior brotação das manivas apresentou massa seca de 0,675 g, havendo redução de 50%, quando armazenadas aos 90 dias, obtendo-se massa seca de 0,27g (Figura 10). Os períodos de armazenamento influenciaram no desenvolvimento dos brotos; uma vez que se aumentaram os dias das ramas armazenadas, elas perderam seu conteúdo de reserva, devido à respiração contínua que ocorre durante os períodos de armazenamento, refletindo no desenvolvimento dos brotos (Oladejo e Sikiru, 2019).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 10. Estimativa da massa seca da maior brotação (g) em função dos períodos de armazenamento das manivas. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Diante do exposto, nota-se que ramas de um metro, armazenadas a pleno sol, começam a perder o vigor desde os primeiros 30 dias de armazenamento. Aos 90 dias, essa perda é drástica, devido à queda na porcentagem umidade e massa fresca, refletindo em baixo índice de brotação e menor desenvolvimentos dos brotos. Áreas destinadas à produção de material de plantio de mandioca com tratos culturais intensificados, como irrigação e adubação, podem levar à produção de caules com maior diâmetro e maior teor de umidade, refletindo no conteúdo de reservas dos mesmos, contribuindo para a emissão de brotos mais vigorosos, com maior capacidade de enraizamento.

Por isso, é importante que os produtores destinem uma área somente para produção de ramas, utilizando para o plantio manivas selecionadas e preparo do solo adequado, e utilização de tratos culturais como irrigação e adubação, além de controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Assim, com esse manejo, será possível obter ramas com alto vigor, colhidas apenas no momento adequado para o plantio das áreas comerciais, não sendo necessário armazená-las, e minimizando, assim, um dos grandes problemas enfrentados pelos produtores da região, que é a disponibilidade de manivas em quantidade e qualidade.

4.2 Ensaio II - Produção de raízes tuberosas em função da origem do material de plantio e adubação

Para caracterização das manivas de 20 cm das diferentes origens, foram avaliados o diâmetro da maniva e da medula, a relação medula/maniva, a umidade e o teor de cinzas das mesmas (Tabela 10).

Verificou-se que entre as diferentes origens dos materiais de plantio, o diâmetro da maniva e da medula, proveniente do manejo de irrigação e adubação, foi superior (28,71 mm e 13,87 mm, respectivamente) ao da lavoura comercial (25,52 mm e 11,46 mm, respectivamente) (tabela 10). Segundo Mdenye et al. (2016), estacas de mandioca com espessura maior, comparadas às estacas de espessura mais fina, apresentam maiores teores de umidade e de nutrientes, e, conseqüentemente, seus brotos serão mais vigorosos, e produzirão maior quantidade de raízes tuberosas.

Tabela 10. Diâmetro da maniva (DM), diâmetro da medula (DMED) e relação entre o diâmetro da maniva e diâmetro da medula (M/MED), número de gemas por maniva (N), umidade (%), cinzas (%) em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista – BA, 2023.

Material de plantio	DM	DMED	M/Med	Umidade	Cinzas
Presença I+A	28,71 a	13,86 a	48,82 a	76,60 a	4,48 a
Ausência I+A	25,69 ab	12,57 a	48,92 a	70,28 b	3,85 b
Lavoura comercial	25,52 b	11,46 b	44,90 a	68,60 b	3,45 c
Média	26,64	12,63	47,65	71,82	3,92

I: Irrigação; A: adubação.

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

Para relação do diâmetro medula/maniva, nota-se que as manivas de todas as origens apresentaram padrão adequado para plantio. Conforme Schoffel (2019), a medula de maniva com qualidade fisiológica adequada para plantio deve ocupar menos de 50% de sua circunferência total. Caso o material de plantio estiver ocupando menos deste valor, significa que está mais lignificado; em relação ao contrário, apresentando com mais da metade do tamanho da maniva, esse material é considerado herbáceo, imaturo, com poucas reservas, e alto teor de umidade.

Em relação à umidade e às cinzas, as manivas do manejo irrigado e adubado apresentaram maiores valores para estas características 76,60 % e 4,48 %, respectivamente, em relação às manivas coletadas em lavoura comercial. De acordo com Oladejo e Sikuru (2019), a umidade maior que 50% das estacas influencia no aumento da porcentagem de brotação e vigor dos brotos.

Em estudo de Mdenye et al. (2016), foi observado 70,16% de teor de umidade em estacas de mandioca, valor semelhante aos encontrados no presente trabalho, em manivas oriundas do manejo irrigado e adubado e na ausência desses manejos. Os mesmos autores afirmam, ainda, que a umidade do material de plantio depende das condições da planta-mãe, como o grau de lignificação; e também de fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar.

Dessa maneira, para que o material de plantio expresse seu potencial produtivo, deve-se levar em consideração o manejo adequado da planta-mãe, como a irrigação durante os cinco primeiros meses, e a adubação NPK em quantidades adequadas, com base na análise de solo (Eguiluz et al., 2019). Isso demonstra que, no presente estudo, esses manejos favoreceram o desenvolvimento do caule para o fornecimento de materiais de plantio vigorosos.

A adubação em níveis adequados, como ocorreu no presente estudo, permitiu a disponibilidade imediata dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, promovendo o desenvolvimento da parte aérea (Santo et al., 2020). A irrigação, durante os cinco primeiros meses, também favoreceu no crescimento vegetativo, além de ser necessária para absorção dos nutrientes pela planta. Ademais, a disponibilidade de água também permite a expansão dos tecidos, que dependem da pressão de turgor e o fornecimento de assimilados (Pereira et al., 2022).

Para as características de crescimento, como altura de planta e diâmetro do caule, não houve efeito da origem do material de plantio e da adubação. O ICF e o IAF foram influenciados pela origem do material de plantio (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação de altura de plantas (Alt), diâmetro de caule (DIA), índice de clorofila Falker (ICF) e índice de área foliar (IAF) de plantas de mandioca em função da origem do material de plantio e da adubação. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

FV	GL	Quadrados médios			
		Alt	DIA	ICF	IAF
Material de plantio (MP)	2	0,046	8,71	37,12*	1,55 *
Adubação (AD)	1	0,022	15,39	0,39	0,33
MP X AD	2	0,032	1,93	10,01	0,15
Blocos	3	0,048	27,72 *	16,34	0,23
Resíduo	15	0,070	6,75	4,90	0,14
CV (%)		15,96	9,95	4,27	23,94

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

Nas plantas provenientes das diferentes origens, observou-se médias de altura e diâmetro do caule de 1,68 cm e 26,13 mm, respectivamente (tabela 12), valores de crescimento que estão dentro do esperado para cultura da mandioca, que variam entre 1,2 a 3,7 m de altura e 20 a 80 mm de diâmetro de caule. Esses parâmetros influenciam na disponibilidade e vigor do material de plantio (Sivamani e Baskarb, 2018).

As plantas oriundas de manivas coletadas em área irrigada e adubada apresentaram maior IAF e folhas com maior ICF, se comparadas com as plantas oriundas de manivas das demais origens (Tabela 12).

Tabela 12. Altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), índice clorofila Falker (ICF), Índice de área foliar (IAF) de mandioca em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Material de plantio	Alt (cm)	DIA (mm)	ICF	IAF
Presença I+A	1,71 a	25,95 a	54,22 a	2,09 a
Ausência I+A	1,59 a	25,15 a	50,91 b	1,29 b
Lavoura comercial	1,74 a	27,22 a	50,18 b	1,39 b
Média	1,68	26,13	51,77	1,59

I: Irrigação; A: adubação.

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

O plantio de manivas vigorosas, oriundas de área irrigada e adubada, com teores mais elevados de cinza e umidade (Tabela 10), favoreceu o maior desenvolvimento inicial da parte aérea das plantas de mandioca, refletindo, posteriormente, nos parâmetros fisiológicos, como o ICF e IAF. O ICF é uma variável fisiológica que mede o teor de clorofila da folha, estando relacionada com o potencial fotossintético da planta, quanto maior o seu valor, maior será o desenvolvimento da planta, havendo incrementos na produtividade da cultura (Pedrosa et al., 2020).

O IAF é um parâmetro utilizado para avaliar a produção de raízes de mandioca, pois indica a interceptação de luz e utilização dos fotoassimilados produzidos na fotossíntese, sendo considerado ideal entre 2,5-3,5, uma vez que, nesta faixa, há equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e da raiz para o máximo rendimento (Phoncharoen et al., 2019). Plantas oriundas de manivas do manejo irrigação e adubação apresentaram

maior IAF, com valor próximo à faixa ideal, 2,09, o que demonstra a importância da qualidade da maniva no estabelecimento de uma copa densa, que leva à maior produção de fotoassimilados.

Para produtividade de parte aérea e produtividade de raízes tuberosas, observa-se o efeito da origem do material de plantio, e a adubação NPK influenciou apenas a produtividade de raízes tuberosas. O índice de colheita e estande final não foram influenciados pelos tratamentos avaliados (Tabela 13).

Tabela 13. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação para estande final, produtividade de parte aérea (PA), produtividade de raízes tuberosas (PR) e índice de colheita (IC) de plantas de mandioca em função da origem do material de plantio e da adubação. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Estande final (10 ⁶)	PA	PR	IC
Material de plantio (MP)	2	10,06	66,58*	38,025*	0,008
Adubação (AD)	1	2,89	0,90	73,577*	0,013
MP X AD	2	3,56	5,56	4,379	0,002
Blocos	3	17,36	21,10	10,083	0,001
Resíduo	15	7,95	10,91	7,009	0,005
CV (%)		26,07	26,88	15,23	12,19

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

Observa-se que a média de estande, nas diferentes origens das manivas, foi de 10.817,30 plantas ha⁻¹ (Tabela 14), considerado baixo, pois este valor deveria estar em torno de 16.667 plantas ha⁻¹, uma vez que foi adotado o espaçamento 0,6 m entre plantas e 1m entre linhas. Esse resultado pode ser explicado pelo ataque da broca das hastes (*Sternocoelus* spp.) que ocasionou a morte de plantas em algumas parcelas experimentais.

Tabela 14. Produtividade da parte aérea (PA), de raízes tuberosas (PR) e índice de colheita (IC) de mandioca em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Material de plantio	Estande final (plantas ha ⁻¹)	PA (t ha ⁻¹)	PR (t ha ⁻¹)	IC (%)
Presença I+A	12.099,35 a	15,36 a	19,88 a	0,62 a
Ausência I+A	10.016,02 a	9,64 b	15,90 b	0,56 a
Lavoura comercial	10.336,53 a	11,85 ab	15,35 b	0,58 a
Média	10.817,30	12,28	17,37	0,59

I: Irrigação; A: adubação.

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

Apesar do estande baixo de plantas observado neste estudo, verificou-se que o plantio de manivas coletadas em área com manejo irrigação e adubação, mesmo em condições de sequeiro, apresentou 15,36 t ha⁻¹ de parte aérea, superior ao plantio de manivas provenientes de área na ausência desses manejos. A produtividade de raízes tuberosas foi de 19,88 t ha⁻¹, quando se plantou manivas coletadas em área adubada e irrigada, sendo superior à do plantio de manivas das demais origens (Tabela 14).

A utilização de manivas provenientes de área irrigada e adubada resultou em incremento de 29,51% na produtividade de raízes tuberosas, o que pode estar associado ao maior desenvolvimento inicial das brotações, com formação mais rápida da parte aérea e maior produtividade de raízes tuberosas (Narmilane Puvanitha, 2020).

Sendo assim, para que se tenha ganhos na produtividade de raízes tuberosas, é imprescindível integrar ao manejo de implantação da lavoura o uso de materiais de plantio de alta qualidade, que só se consegue por meio de manejos adequados durante a produção das manivas, utilizando-se irrigação durante os cinco primeiros meses e adubação NPK em níveis adequados (Katuromunda et al., 2021).

Em relação à produtividade de parte aérea e raízes, quando se plantou manivas oriundas da lavoura comercial (Tabela 14), foram observados valores semelhantes ao estudo de Guimarães (2013), produzindo 12,44 t ha⁻¹ de parte aérea e 15,02 t ha⁻¹ em cultivo sem adubação e plantio de manivas também coletadas em lavoura regional.

É comum em mandioca na região Sudoeste da Bahia, que 71,7% dos produtores utilizem manivas oriundas da própria lavoura e 27 % adquiram o material diretamente de

áreas vizinhas. Nos dois casos, a coleta é feita em lavoura tradicional, caracterizada pela pouca utilização de técnicas agrônômicas, como adubação, irrigação e controle inadequado de pragas e doenças e plantas daninhas (Carvalho et al., 2009).

Essa falta de manejo na cultura vem acarretando em um dos grandes problemas verificados atualmente, na variedade Sergipe, que é a susceptibilidade a pragas, principalmente a broca das hastes (*Sternocaelus* spp). Dessa forma, suas ramas não ganham incremento em tamanho e diâmetro, conferindo em poucas reservas, se comparadas àquelas oriundas de áreas nas quais se utilizam os tratos culturais necessários para o desenvolvimento e rendimento da cultura.

Quanto ao índice de colheita (IC), a média obtida entre plantas oriundas de manivas das diferentes origens foi de 0,59, valor dentro do satisfatório, sendo que este pode variar entre 0,5 a 0,7 (Rabbi et al., 2020).

Esse parâmetro fornece informações sobre a distribuição de reservas entre as partes da planta, indicando a eficiência do armazenamento das raízes tuberosas, podendo ser utilizado como critério de seleção para maior potencial de produtividade de mandioca (Chipeta et al., 2016).

Plantas de mandioca produziram mais raízes tuberosas, quando adubadas (Tabela 15). Katurumunda et al. (2021) relatam que a utilização de adubação NPK promove maior produtividade de raízes tuberosas. Nesse sentido, a adubação forneceu os nutrientes necessários para o aumento da produção de fotoassimilados para formação e aumento no volume das raízes.

Tabela 15. Produtividade da parte aérea (PA), de raízes tuberosas (PR) e índice de colheita (IC) de mandioca em função da adubação NPK. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Adubação	PA (t ha ⁻¹)	PR (t ha ⁻¹)	IC
Ausência	12,49 a	15,62 b	0,56 a
Presença	12,09 a	19,12 a	0,61 a
Média	12,29	17,37	0,58

*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que, no solo onde foi executado o experimento, a saturação por bases (V) foi de 24%, considerada baixa para a cultura da mandioca, sendo o ideal a partir de 50% (Wiharso et al., 2020). A baixa porcentagem de saturação por bases implica em condições

ácidas do solo, que levam à toxicidade por ferro e alumínio e indisponibilidade de nutrientes para as plantas (Merumba et al., 2020), por isso, é necessário que se faça calagem, uma vez que esta melhora a acidez do solo e aumenta a disponibilidade de P em solos ácidos (Rosa et al., 2021).

Dessa forma, a calagem e a adubação contribuíram para o aumento da produtividade, uma vez que o calcário aumentou a quantidade dos cátions na fase sólida e na solução do solo, e a disponibilidade dos nutrientes, como o fósforo, para as plantas, Diferentemente do que é feito pela maioria dos produtores de mandioca da região Sudoeste da Bahia, onde não são realizadas a calagem nem adubação, ocasionando no empobrecimento progressivo do solo, havendo, assim, decréscimos na produtividade de raízes tuberosas em plantios sucessivos (Moreira, 2016).

Para as características teor de amido e rendimento de farinha, nota-se interação significativa entre origem do material de plantio e adubação. A produtividade de amido e a produtividade de farinha foram influenciados pelo material de plantio e pela adubação (Tabela 16).

Tabela 16. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação porcentagem de amido (AMIDO), rendimento de farinha (RFAR), produtividade de amido (PRAM) e produtividade de farinha (PFAR) em função da origem do material de plantio e da adubação. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

FV	GL	Quadrados Médios			
		AMIDO	RFR	PAM	PFAR
Material de plantio (MP)	2	6,00*	10,69*	4,46*	4,29*
Adubação (AD)	1	0,89	1,58	5,97*	4,99*
MP X AD	2	6,17*	10,99*	0,49	0,52
Blocos	3	2,49	4,44	0,94	0,87
Resíduo	15	1,39	2,49	0,61	0,54
CV (%)		4,42	6,70	16,76	17,89

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

Quando se utilizou adubação no plantio de manivas, coletadas de área irrigada e adubada, as plantas apresentaram em suas raízes maior teor de amido, se comparadas àquelas colhidas em plantas provenientes de manivas obtidas em lavoura comercial. Na ausência da adubação, plantas provenientes desse primeiro material de plantio foram superiores àquelas coletadas em área sem manejo de irrigação e adubação (Tabela 17),

indicando que a utilização de material de plantio bem manejado refletiu, posteriormente, nos componentes de produção, como no conteúdo de reserva das raízes.

Tabela 17. Porcentagem de amido (%) em função da origem do material de plantio e a da adubação. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Material de Plantio	Adubação		Média
	Presença	Ausência	
Presença I+A	27,86 Aa	27,56 Aa	27,71
Ausência I+A	27,25 Aab	25,07 Bb	26,42
Lavoura comercial	25,60 Ab	26,93 Aab	26,26
Média	26,90	26,69	26,79

I: Irrigação; A: adubação.

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

Observou-se incremento de 2,18% no teor de amido, quando se adubou no plantio de manivas coletadas em área onde não houve irrigação e adubação, indicando que as condições de fertilidade do solo influenciam no aumento da porcentagem de amido (Janket et al., 2018). Não houve, no entanto, diferença entre a presença ou ausência de adubo no plantio de manivas do manejo de irrigação e adubação e da lavoura comercial (Tabela 17).

A porcentagem de amido é uma variável importante para seleção de variedades para indústria, sendo que, para a comercialização das raízes de mandioca, o teor de amido ideal é 30% (Oliveira et al., 2021). Neste estudo, foram encontrados valores próximos ao desejável, principalmente nas plantas de origem das manivas coletadas em área com manejo de irrigação e adubação, que apresentaram, em média, 27,71%. Desse modo, a utilização de manivas-semente de diferentes origens foi o fator que mais influenciou nessa característica.

Cardoso et al. (2014), avaliando o potencial produtivo de variedades de mandioca em Vitória da Conquista Bahia, verificaram o teor médio de amido entre 23% a 27%, semelhantes aos valores encontrados entre as plantas das manivas de diferentes origens. Essa característica se torna ainda mais importante para os produtores do Sudoeste da Bahia, devido à reativação da feclaria no município de Vitória da Conquista, uma vez que essa estabelece o preço de compra das raízes com base no teor de amido.

Em relação ao rendimento de farinha, observa-se comportamento semelhante ao apresentado pelo teor de amido, pois são variáveis determinadas a partir da massa seca

das raízes (Tabela 18). Para Aidoo et al. (2022), considera-se rendimento satisfatório de farinha valores em torno de 25%, ressaltando que, neste estudo, apenas as plantas adubadas oriundas de manivas coletadas em área irrigada e adubada obtiveram valores próximos (25,07%).

Tabela 18. Rendimento de farinha (%) em função das origens do material de plantio e a adubação NPK. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Material de Plantio	Adubação		Média
	Presença	Ausência	
Presença I+A	25,07 Aa	24,68 Aa	24,87
Ausência I+A	24,26 Aab	21,35 Bb	22,80
Lavoura comercial	22,06 Ab	23,83 Aab	22,94
Média	23,79	23,28	23,53

I: Irrigação; A: adubação.

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

O rendimento de farinha, no entanto, apresentou correlação positiva com IAF ($r=0,46^*$). A copa densa, com IAF igual a 2,09 (Tabela 12), em plantas provenientes de manivas-semente originárias do manejo de irrigação e adubação, favoreceu a produção de fotoassimilados que foram translocados para as raízes, permitindo acréscimos na massa seca das mesmas e, conseqüentemente, aumentando o teor de amido e rendimento de farinha.

A produtividade de amido e de farinha, de plantas oriundas de manivas coletadas em área de manejo irrigado e adubado, foram superiores às de plantas cultivadas a partir de manivas coletadas em lavoura comercial e de área na ausência de irrigação e adubo (Tabela 19).

Tabela 19. Produtividade de amido (PAM) e de farinha (PFAR) de mandioca em função da origem do material de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.

Material de plantio	PAM (t ha ⁻¹)	PFAR (t ha ⁻¹)
Presença I+A	5,52 a	4,96 a
Ausência I+A	4,17 b	3,65 b
Lavoura comercial	4,29 b	3,74 b
Média	4,66	3,95

I: Irrigação; A: adubação.

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

Essas características são importantes por serem consideradas como indicador de qualidade das raízes tuberosas. O valor que o agricultor irá receber é baseado na produtividade de farinha ou de fécula. Conforme a Cepea (2023), a tonelada de fécula e farinha estão custando R\$ 5.527,82 e R\$ 4.800,00, respectivamente. Com base nesses valores, ao utilizar manivas oriundas do cultivo tradicional (lavoura comercial), o produtor recebe R\$ 24.245,44 por hectare de fécula e R\$ 16.596,62 por hectare de farinha; enquanto que, ao utilizar manivas vigorosas (aquelas obtidas de manejos de irrigação e adubação), é pago pelos mesmos produtos R\$ 31.196,94 e R\$ 22.101,49 por hectare, respectivamente, indicando que a utilização de materiais de plantio de qualidade promove acréscimos na renda entre 22 e 24 %, comprovado no presente trabalho.

A produtividade de amido e a produtividade de farinha estão relacionadas com as porcentagens de amido e farinha e também com a produtividade de raízes tuberosas (Moreira, 2016). Neste estudo, houve a influência tanto do teor de amido e rendimento de farinha, quanto da produtividade de raízes tuberosas sobre as produtividades de amido e farinha.

Vale mencionar, ainda, que essas características possuem correlação positiva com o IAF ($r=0,46^*$ e $r= 0,49^*$, respectivamente), ou seja, quando há aumento no IAF, até 2,09, a produtividade de farinha e de amido aumentam.

Observa-se também que a adubação promoveu incremento de 24% e 20% para produtividade de amido e farinha, respectivamente (Tabela 20), comprovando o que foi constatado por Razaq et al. (2020), ao verificarem que o fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio, para a planta de mandioca, contribui na síntese de amido e translocação do mesmo para as raízes que, por sua vez, se expressará na produção de amido e farinha.

Tabela 20. Produtividade de amido (PAM) e farinha (PFAR) de mandioca em função da adubação NPK. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.

Adubação	PAM (t ha ⁻¹)	PFAR (t ha ⁻¹)
Ausência	4,16 b	3,66 b
Presença	5,16 a	4,57 a
Média	4,66	4,11

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

O cultivo de mandioca em solos nutricionalmente pobres é perceptível entre os pequenos agricultores, promovendo decréscimo na produtividade das raízes e, conseqüentemente, nos produtos finais da mandioca, como a fécula e a farinha (Imakumbil et al., 2021). Como foi mostrado neste estudo, a mandioca foi responsiva à adubação, de maneira que, a cada cultivo, é necessário que o produtor realize a análise do solo antes do plantio, e com auxílio da assistência técnica faça a reposição dos nutrientes em quantidades adequadas.

Além da adubação, a utilização de manivas vigorosas promove aumento na produtividade da mandioca, devido à contribuição que esta tem no estabelecimento inicial da cultura, que refletirá em aumento na produtividade de raízes e no rendimento de farinha e fécula, os quais são os principais produtos da mandioca na região Sudoeste da Bahia.

4.3 Ensaio III – Produção de miniestacas de mandioca em função da densidade de plantio e de épocas de coleta

Para produção de miniestacas, verificou-se o efeito das densidades de plantio apenas para o número de hastes por hectare, e das épocas de coleta para o número de hastes por planta e para altura da haste (Tabela 21).

Tabela 21. Resumo de análise de variância e coeficiente de variação do número de haste por planta, e por hectare, altura da haste de mandioca em função da densidade de plantio e de épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

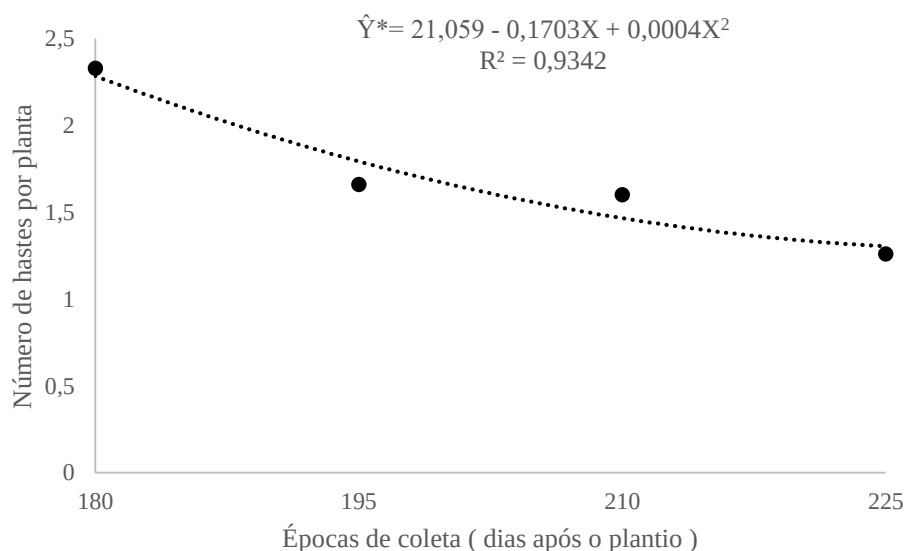
FV	GL	Quadrados Médios		
		Nº haste planta ⁻¹	Nº de haste ha ⁻¹	Altura da haste
Blocos	2	0,15	0,054	70,74
Densidades (D)	4	0,90	0,506 *	43,63
Resíduo (a)	8	0,83	0,024	138,26
Épocas de Coleta (EC)	3	2,42 *	0,038	98,39 *
D x EC	12	0,31	0,011	46,31
Resíduo (b)	30	0,43	0,015	31,17
CV (%) D		34,63	3,14	26,89
CV(%) EC		38,08	2,55	12,77

¹ Dados transformados para $\log(x*10)$; ² Dados transformados para $\sqrt{x}$

*Significativo pelo teste F, à 5% de probabilidade.

Observou-se que, com o avançar das épocas de coleta, houve queda no número de hastes, ou seja, as plantas que ficaram por um período maior em campo (225 dias após o plantio) apresentaram 1,33 hastes, enquanto que aquelas que permaneceram menor período (180 dias após plantio) apresentaram maior número de hastes, em média, 2,66 (Figura 11).

O número de hastes influencia no crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura, e devido à competição entre estas por nutrientes, espaço, ou também por aumento em superfície fotossintética, há redução no número de brotos e, conseqüentemente, no número de hastes com o avançar da idade da planta (Okpara et al., 2022).

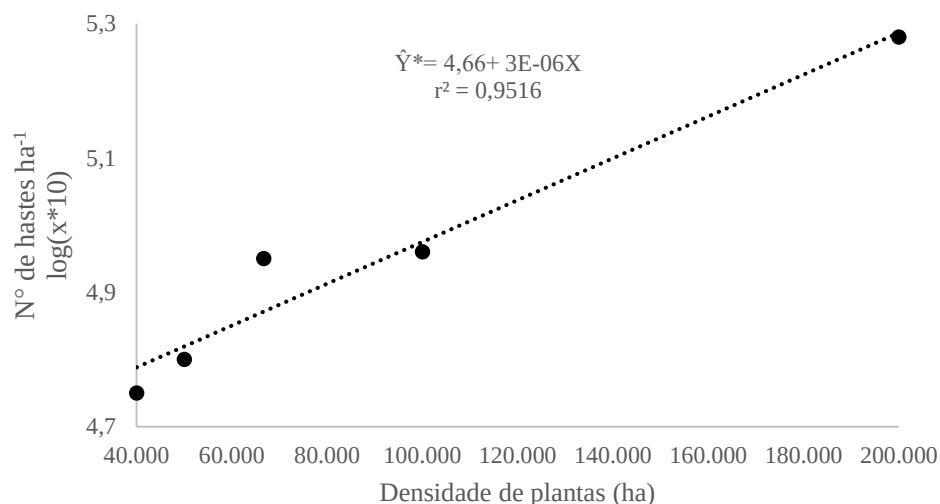


*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 11. Estimativa do número de hastes por planta em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Em relação ao número de hastes por hectare em função da densidade de plantas, notou-se efeito linear crescente, observando que, conforme aumentava o adensamento no plantio, houve maior quantidade de hastes por área. Na densidade de 200 mil plantas ha⁻¹, observou-se que o total foi de 198 mil hastes por hectare (valor destransformado) (Figura 12).

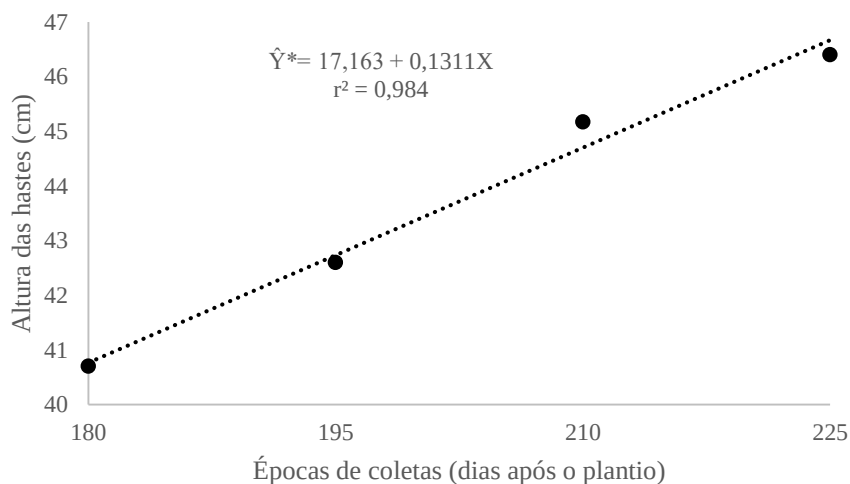
Apesar da maior densidade de plantio promover o aumento do número de hastes, estas adensadas tem maior competição entre si, reduzindo o crescimento e desenvolvimento das mesmas (Akpan e Ikeh, 2018).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 12. Estimativa do número de hastes por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Em relação à altura das hastes em função das épocas de coleta, notou-se efeito linear crescente, já que a cada 15 dias as hastes crescem aproximadamente 2 cm (Figura 13), aumentando, assim, a produção de material de plantio (Mendonça et al., 2020).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 13. Estimativa de altura das hastes em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Considerando miniestacas com dimensões de 13 cm de comprimento e diâmetro de sete a 10 mm (Rocha et al., 2021), observou-se que, o número destas por hastes e o diâmetro na porção basal das mesmas foram influenciados pela densidade de plantio e

pelas épocas de coleta. No entanto, o número de miniestacas por hectare foi influenciado apenas pela densidade de plantio. Para o diâmetro na porção apical, diâmetro da medula na porção basal e mediana e o volume de três miniestacas foram influenciados apenas pelas épocas de coleta (Tabela 22).

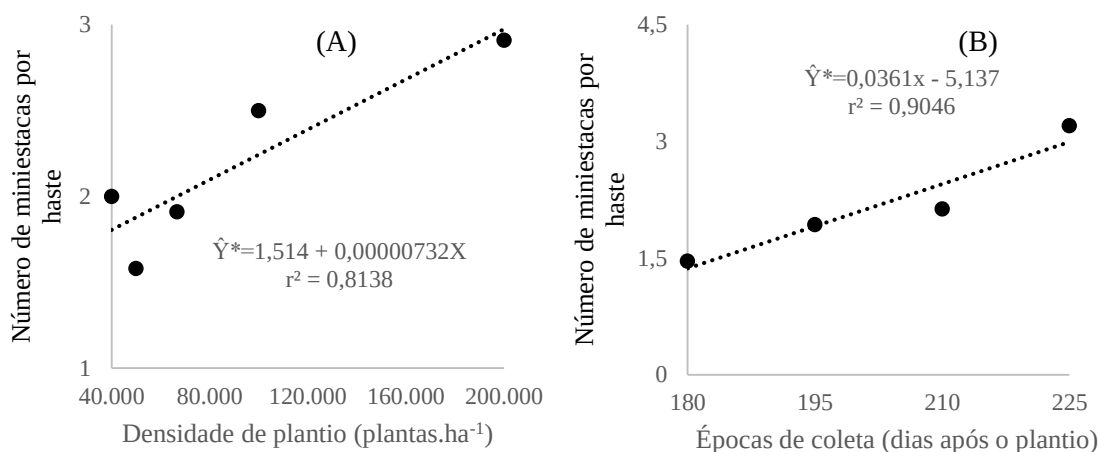
Tabela 22. Resumo de análise de variância e coeficientes de variação do número miniestacas por haste (Mi/hastes) e por hectare (Mi/ha), diâmetro da miniestaca (Dmi) e da medula (Dmd) na porção mediana (medi), basal e apical (ap), relação do diâmetro da miniestaca com a medula (Mi/md), e volume (VOL) de três miniestacas. Vitória da Conquista, Bahia, 2023

FV	GL	Quadrados Médios									
		Mi/haste s ¹	Mi/ha ¹	Dmi medi	Dmi bas	Dmi ap	Dmd medi	Dm d bas	Dmd ap	Mi/m d	Vol
Blocos	2	0,6	0,008	2,86	0,60	1,51	0,53	1,30	0,21	284	19,29
Densidade (D)	4	3,3 *	2,7*	1,3	5,4*	2,1	0,6	2,5	0,6	55,1	167,6
Resíduo(a)	8	0,3	0,04	0,78	0,76	1,30	0,20	0,76	0,3	118	48,36
Época de Coleta(EC)	3	8,1 *	0,03	0,4	5,6*	4,2*	0,96*	0,25	2,2*	30,4	507*
D x EC	12	0,3	0,04	0,83	1,07	0,82	0,47	0,85	0,9	79,1	105,6
Resíduo(b)	30	0,5	0,03	1,08	1,15	1,41	0,29	0,51	0,5	41,1	82,2
CV (%) D		24,4	4,7	10,2	9,5	13,8	13,4	29,5	15,0	30,0	25,4
CV(%) EC		33,3	4,5	12,0	11,6	14,4	16,1	24,3	19,9	17,6	33,1

1Dados transformados para $\log(x*10)$;

*Significativo à 5% de probabilidade

Foi ajustado o modelo linear crescente para o número de miniestacas por haste em função das densidades de plantio e também em função das épocas de coleta (Figura 14). Com o aumento da densidade de plantas, houve aumento do número de miniestacas por rama. No adensamento de 40 mil plantas ha⁻¹, foram obtidas, em média, 1,80 miniestacas por haste; e, com 200 mil planta ha⁻¹, observou-se que, em cada haste, foram cortadas, em média, 2,97 miniestacas (Figura 14A).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 14. Estimativa do número de miniestacas por haste em função da densidade de plantio (A) e das épocas de coleta (B). Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

As plantas que estão dispostas em maiores densidades tendem a competir entre si e, dessa maneira, todas as espécies em competição por luz são capazes de estiolarem (Amoako et al., 2022). Foi o que ocorreu no presente estudo, no qual o maior adensamento provocou o estiolamento das plantas de mandioca, promovendo, assim, maior quantidade de miniestacas por brotação.

Também foi possível verificar que, com o avançar da idade de coleta das hastes, aumentou-se o número de ramas, dos 180 até os 225 dias após o plantio, quando houve incremento de 1,62 miniestacas por haste, ou seja, as plantas que ficaram mais tempo em campo se desenvolveram melhor e, conseqüentemente, após o corte da haste, obteve-se maior quantidade de miniestacas.

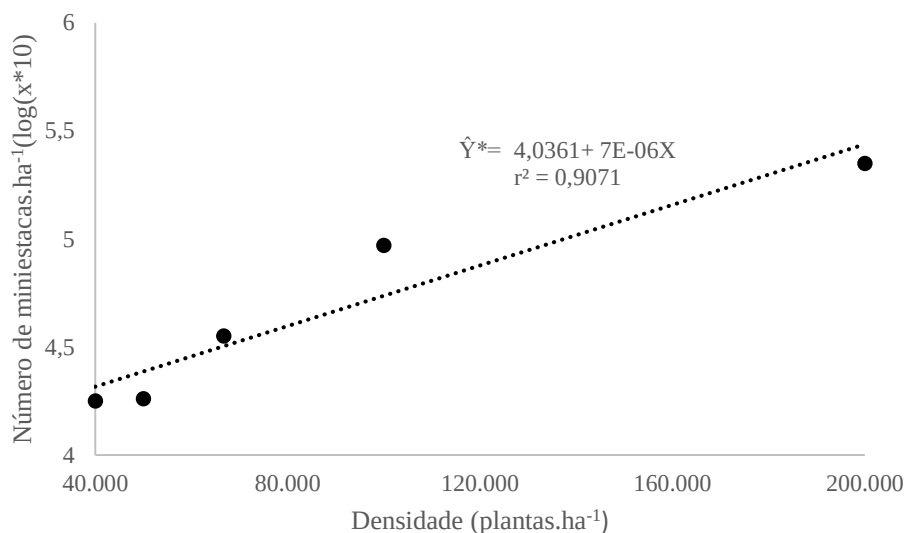
A produção desse material de plantio está relacionada a vários fatores, como tratamentos culturais e condições climáticas, em relação a esta última, quando as temperaturas estão amenas tornam-se mais lento o desenvolvimento das hastes, refletindo em menor quantidade de miniestacas (Maggioni et al., 2020).

No presente estudo, as hastes que foram coletadas aos 180 dias após o plantio, início de setembro, passaram por períodos com temperaturas mínimas em torno dos 18°C (Figura 1), entrando a planta em repouso fisiológico e, em consequência, seu desenvolvimento tornou-se mais lento, obtendo-se, então, menor quantidade de miniestaca em cada haste.

No entanto, aquelas coletadas aos 225 dias, meados de outubro, quando as temperaturas voltaram a aumentar, em média, nos 20°C (Figura 1), a planta saiu do

estágio de repouso, voltando ao seu pleno desenvolvimento e, por conseguinte, aumentou-se, assim, a quantidade de miniestacas por haste.

A relação do número de miniestacas por hectare com a densidade de plantio foi descrita por modelo linear crescente, revelando que a quantidade de miniestacas aumentou com o aumento do número de plantas por hectare (Figura 15).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 15. Estimativa do número de miniestacas por hectare em função da densidade de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Uma das vantagens do superadensamento das plantas é a superprodução de miniestacas (Rocha et al., 2021), o que foi observado neste estudo. Na densidade de 200.000 plantas ha⁻¹, proporcionou a produção de 247 mil miniestacas ha⁻¹ de 13 cm de comprimento e espessura entre 7-10 mm (valor destransformado); enquanto que, na densidade de 40.000 plantas ha⁻¹, foram cortadas 20 mil miniestacas ha⁻¹ nas mesmas dimensões citadas acima (valor destransformado).

A produção inferior de miniestacas, nas menores densidades de plantio, deve-se, além da menor quantidade de plantas por área, também ao maior espaçamento entre elas, reduzindo a competição, não favorecendo ao estiolamento das mesmas e, por consequência, a maioria das ramas apresentaram diâmetros superiores a 10 mm, sabendo que o diâmetro ideal para o corte das miniestacas está entre 7 a 10 mm de diâmetro; acima desta faixa, estão próximas as dimensões das manivas convencionais, que tem diâmetro a partir de 20 mm (Rocha et al., 2021; Santo et al., 2021).

Para os produtores de mandioca, um dos grandes desafios é a produção de manivas em grande quantidade, devido à baixa taxa de multiplicação, no convencional, em torno

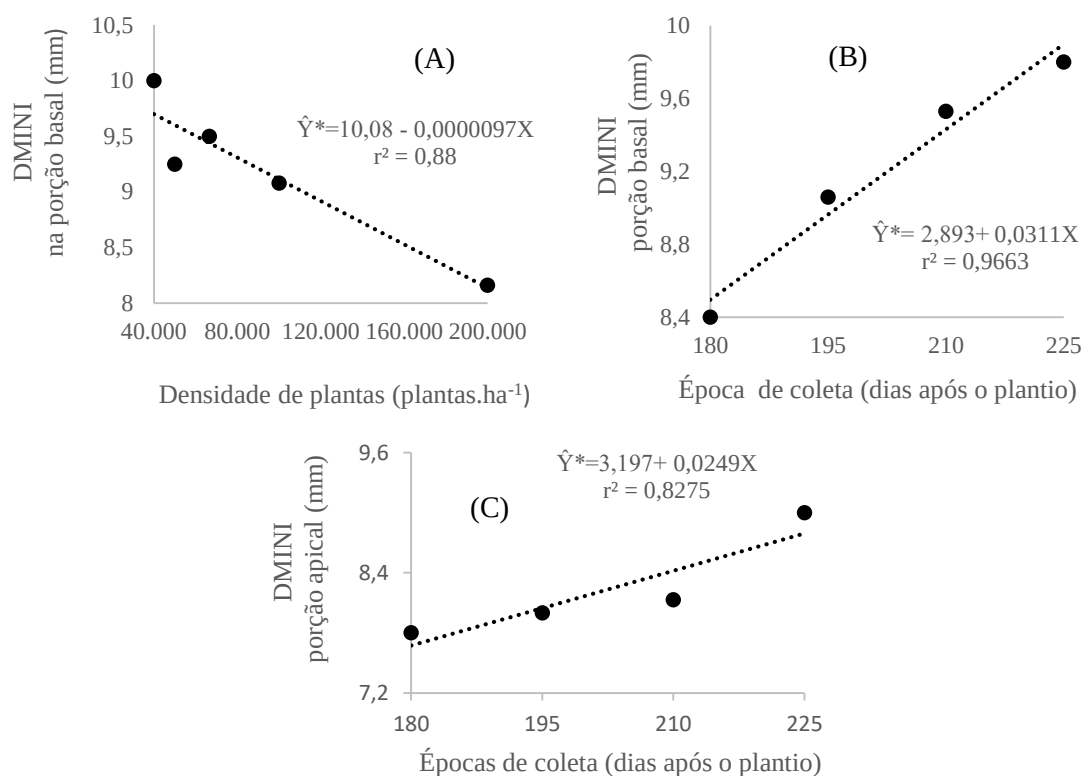
de 1:5 (Ceballos et al., 2020), totalizando em um hectare 83,33 mil manivas. Neste estudo, observou-se que, na densidade de 200 mil plantas, é possível produzir o triplo desse valor em miniestacas, mostrando-se vantajosa em relação ao material convencional.

Ao ajustar o modelo linear decrescente para o diâmetro da porção basal da miniestaca em função das densidades de plantio, observou-se que houve decréscimo de 1,55 mm nas miniestacas cortadas na densidade de 40 mil plantas ha^{-1} , para o plantio mais adensado, 200 mil plantas por hectare (Figura 16A).

Segundo Oliveira et al. (2019), plantios adensados promovem maior competição entre as plantas por espaço, água, luz, interferindo no seu crescimento e desenvolvimento. Neste estudo, observou-se que à medida que se aumentou o número de plantas por área, maior foi a competição entre as mesmas, reduzindo o diâmetro da haste.

No entanto, houve efeito linear crescente para diâmetro da porção basal e apical da miniestaca em relação com as épocas de coleta (Figura 16B e C).

As plantas que permaneceram mais tempo no campo, com a coleta realizada aos 225 dias após plantio, obtiveram acréscimos no diâmetro de 1,33 mm, na porção basal; e 1,10 mm, na porção apical da miniestaca, comprovando o que foi relatado por Nisanath, Porntep e Apichart (2017), que a camada externa do caule aumenta, havendo maior deposição de lignina na medida em que as plantas vão se tornando mais velhas.

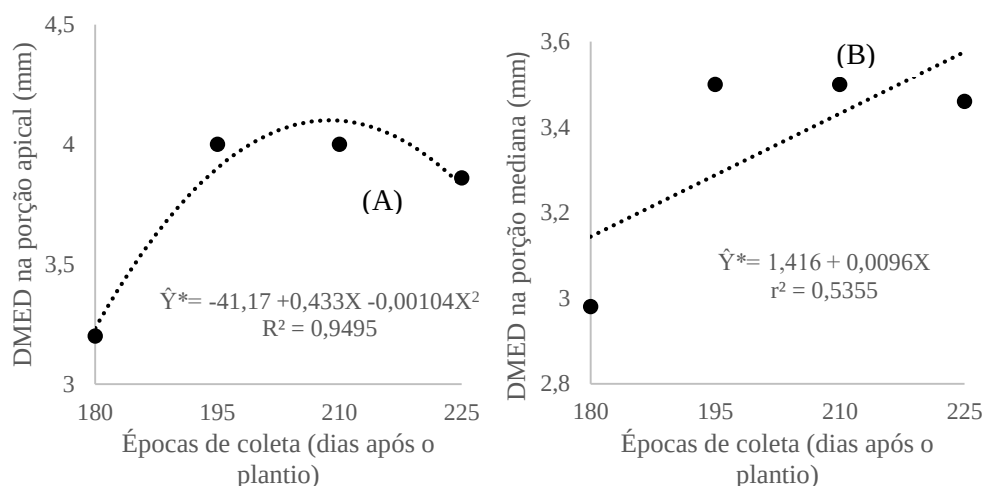


*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 16. Estimativa de diâmetro (DMINI) da porção basal de miniestacas em função das densidades de plantio (A) e de épocas de coleta (B), e diâmetro (DMINI) da porção apical de miniestacas em função das épocas de coleta (C). Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Para o diâmetro da medula na porção apical, em função das épocas de coleta, foi ajustado modelo quadrático, com o maior diâmetro de medula de 3,9 mm, encontrado em coleta realizada aos 208 dias após o plantio (Figura 17A). Para o diâmetro da medula mensurado na porção mediana, houve efeito linear crescente em função das épocas de coleta, ou seja, quando as miniestacas foram cortadas de hastes que permaneceram mais tempo no campo, maior foi o diâmetro da medula das mesmas (Figura 17B).

Esses resultados indicam que, com o avanço da idade das plantas, essas se desenvolvem, podendo ser cortadas miniestacas com diâmetros maiores e, em decorrência, há o aumento no conteúdo interno dessas, como a medula e córtex, que são indicadores do conteúdo de reservas do material de plantio (Schoffel et al., 2022).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 17. Estimativa do diâmetro da medula (DMED) da porção apical (A) e porção mediana (B) da miniestaca em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Verifica-se ainda que o diâmetro da medula na porção mediana possui correlação positiva ($r=0,25^*$) com a altura da haste, demonstrando que, com o aumento da idade das plantas, estas aumentam de tamanho e, dessa maneira, aumenta-se também a circunferência da medula.

Existe, ainda, correlação negativa entre o diâmetro da medula na porção basal da miniestaca com o total de hastes por hectare ($r=-0,29^*$), decorrente da competição intraespecífica por nutrientes, água e luz, favorecendo o estiolamento e reduzindo, assim, o conteúdo das hastes, como a medula (Moyin-Jesu e Akinola, 2012).

Assim como os materiais de plantio convencionais, a circunferência da medula é um parâmetro importante, pois, se esta estiver ocupando metade da circunferência total da miniestaca, indica maturação ideal para o plantio (Oliveira et al., 2020), demonstrando que as miniestacas deste estudo estão próximas a esse padrão, ao considerar que a porção mediana destas apresentam, em média, 8 mm de diâmetro aos 225 dias após o plantio, e a medula ocupa em torno de 45%, valor próximo ao recomendado para as manivas-semente.

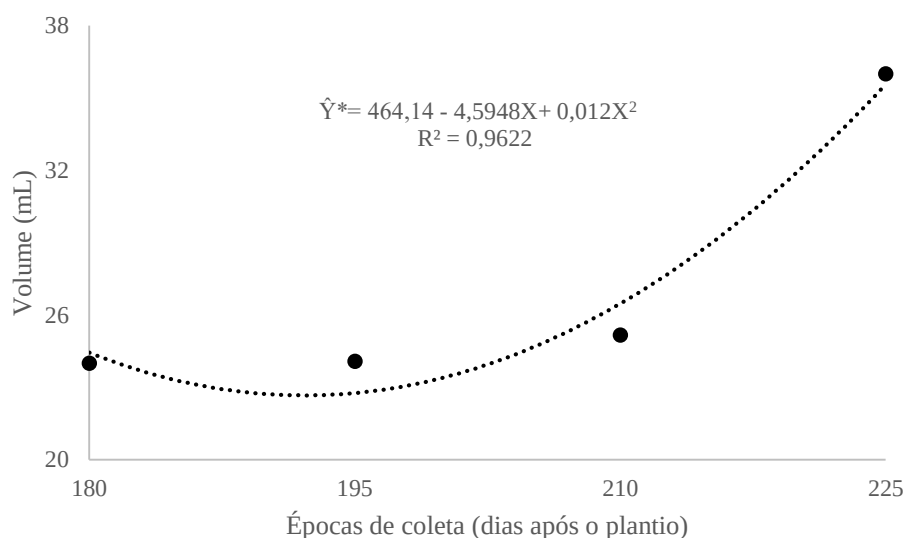
As miniestacas, devido as suas dimensões bem menores que as da maniva, possuem também volume relativamente menor. Nota-se, então, que, para o volume de três miniestacas, foi ajustado o modelo quadrático em relação às épocas de coleta, observando ponto mínimo em 191 dias após o plantio, quando as miniestacas

apresentaram 24,31 mL, no entanto, o maior valor foi encontrado nos materiais cortados aos 225 dias, com 37 mL (Figura 18).

Comparando com as manivas tradicionais, que, para se plantar um hectare são necessários entre 4 m³ a 6 m³ de hastes de mandioca (Coimbra, 2013), com base nos dados obtidos de três miniestacas cortadas aos 225 dias após o plantio, reduz-se essa quantidade em até 30 vezes, utilizando apenas 0,20 m³ para o plantio, facilitando, dessa maneira, o transporte e armazenamento para o plantio em novas áreas, que são um dos grandes desafios dos produtores de mandioca (Rocha et al., 2021).

Essa característica possui, ainda, correlação negativa com número de hastes ha⁻¹ ($r = -0,38^*$), ou seja, quanto maior a quantidade de hastes por área, menor será o volume, mais uma vez sendo atribuída à competição entre essas, comprometendo seu desenvolvimento e diminuindo a massa e o volume. Essas duas variáveis possuem correlação positiva ($r=0,65^*$), ou seja, as miniestacas mais pesadas ocupam maior volume.

Sendo esta característica favorável, assim como miniestaca com maior diâmetro, aquela com maior volume indica maior quantidade de reservas, favorecendo, posteriormente, o desenvolvimento da planta. Dessa maneira, à medida que a densidade de plantas diminui, permite que a competição intraespecífica seja menor, contribuindo para o enchimento do caule e aumentando, assim, a quantidade de reservas (Schoffel et al., 2022).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 18. Estimativa do volume de três miniestacas em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Observa-se efeito da interação entre densidades de plantio e épocas de coleta para massa fresca e seca das miniestacas. Para umidade, foi observado apenas o efeito das épocas de coleta (Tabela 23).

Tabela 23. Resumo de análise de variância e coeficiente de variação da massa fresca, seca e umidade de miniestacas com diâmetro de 7-10 mm. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

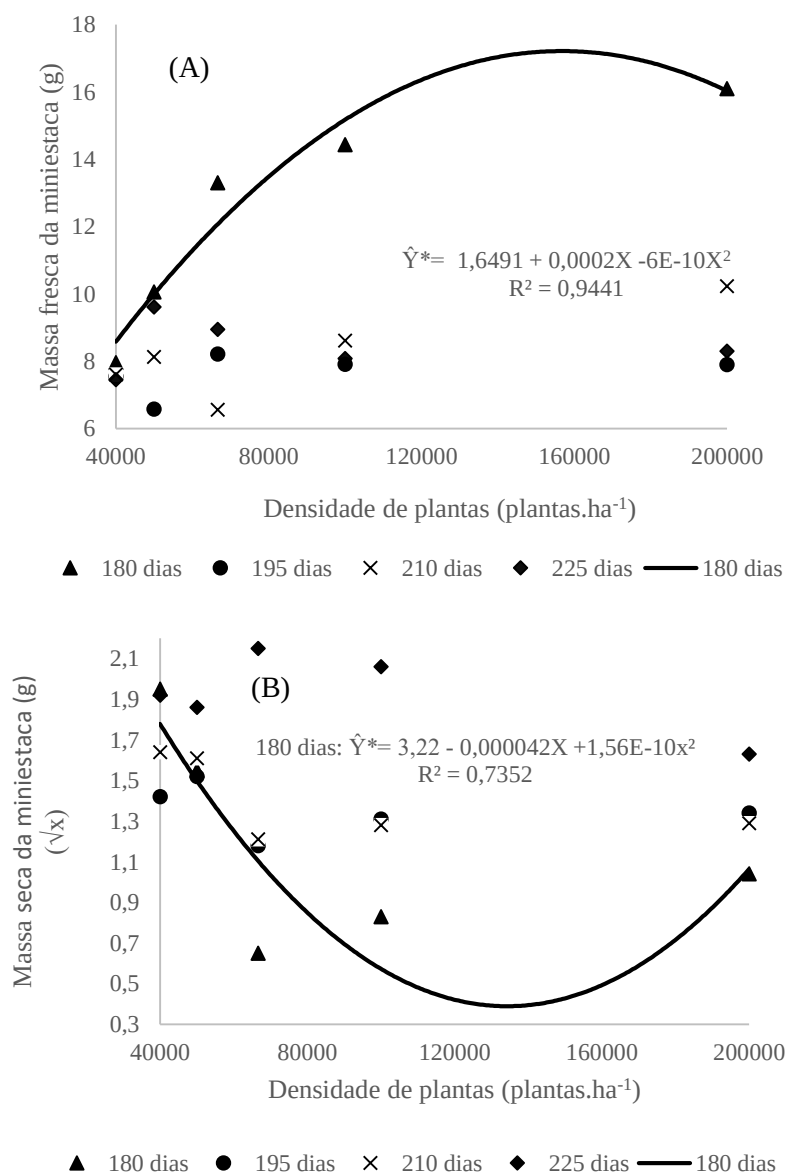
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa fresca	Massa seca ²	Umidade
Blocos	2	15,91	0,37	394,31
Densidades (D)	4	15,55	0,46 *	110,26
Resíduo (a)	8	7,58	0,11	171,07
Época de Colheita (EC)	3	69,78*	1,47	2.549,48 *
D x EC	12	8,71*	0,22 *	87,81
Resíduo (b)	30	2,69	0,08	87,16
CV (%) D		29,99	23,46	17,99
CV (%) EC		17,86	20,32	12,84

¹ Dados transformados para $\log(x*10)$; ² Dados transformados para $\sqrt{x}$

*Significativo pelo teste F à 5% de probabilidade.

Quando a coleta das hastes foi feita aos 180 dias após plantio, foi definido modelo quadrático para massa fresca e seca das miniestacas, em função das densidades de plantio.

Com densidade de 160.000 plantas ha⁻¹, foi estimado o maior valor de massa fresca de miniestacas, 18,30 g. O menor valor de massa seca foi estimado em 0,81 g, obtido numa densidade de 134.615 plantas ha⁻¹ (valor destransformado) (Figura 19A e B).



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 19. Estimativa da massa fresca (A) e seca (B) das miniestacas nas épocas de coleta em função das densidades de plantio. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

Para as miniestacas de 13 cm de comprimento, cortadas aos 180 dias, período em que as hastes nesse período estavam mais jovens, conforme aumentava o adensamento no plantio, havia aumento na massa fresca e decréscimo na massa seca, indicando que estas ainda estavam mais úmidas, interferindo em posterior brotação.

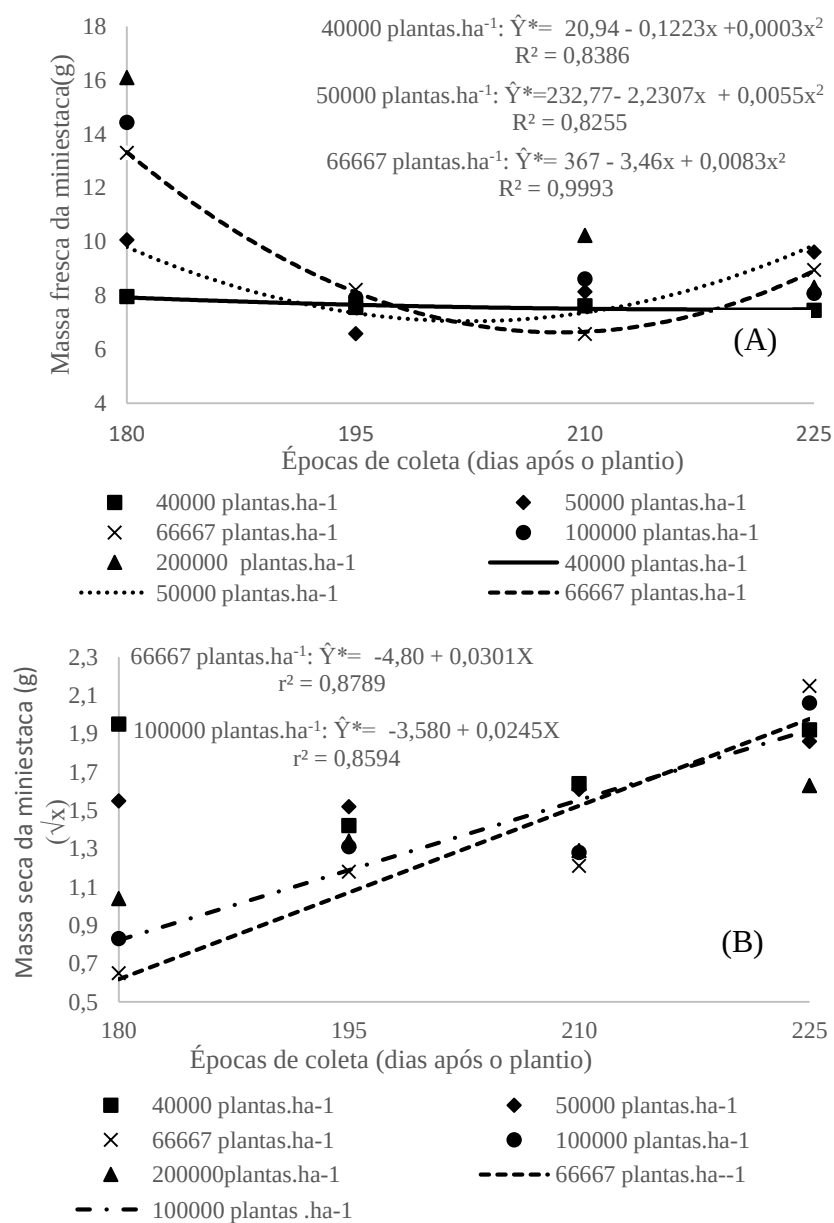
Streck et al. (2014) relatam que, em menor densidade de plantio, 15.625 plantas ha^{-1} , foi encontrada maior massa seca das ramas de mandioca, demonstrando que à medida que se aumenta o número de plantas por área, há maior competição entre essas, interferindo na maturação das miniestacas, com menos material mineral, semelhante ao observado no presente estudo.

Em relação às épocas de coleta, para massa fresca, foram ajustados os modelos quadráticos para as densidades 40, 50 e 66,6 mil plantas ha^{-1} com pontos mínimos em 203, 202 e 208 dias após o plantio, com 8,47; 6,59 e 6,41 g de massa fresca, respectivamente (Figura 20A).

Essa variável foi influenciada pelo número de miniestacas por hectare, havendo correlação negativa entre essas ($r=-0,31^*$). À medida que se obtêm maior quantidade de miniestacas por área, menor será a massa fresca dessas, demonstrando mais uma vez a competição entre as plantas em plantios adensados.

No entanto, para massa seca em relação às épocas de coleta, foram ajustados os modelos lineares crescentes para as densidades de 66,66 e 100 mil plantas ha^{-1} , à medida que se aumenta a idade de corte das miniestacas (Figura 20 B).

Conforme Coutinho et al. (2020), os materiais de plantio que apresentam as maiores quantidades de massa seca serão aqueles que emitirão brotos mais vigorosos, pois essa característica está relacionada com a maior quantidade de reservas, indicando que, neste estudo, com o avanço da idade das plantas, o caule dessas vão perdendo umidade e ganhando matéria seca, tornando-se menos herbáceo e, conseqüentemente, serão cortadas miniestacas mais maduras para o plantio.



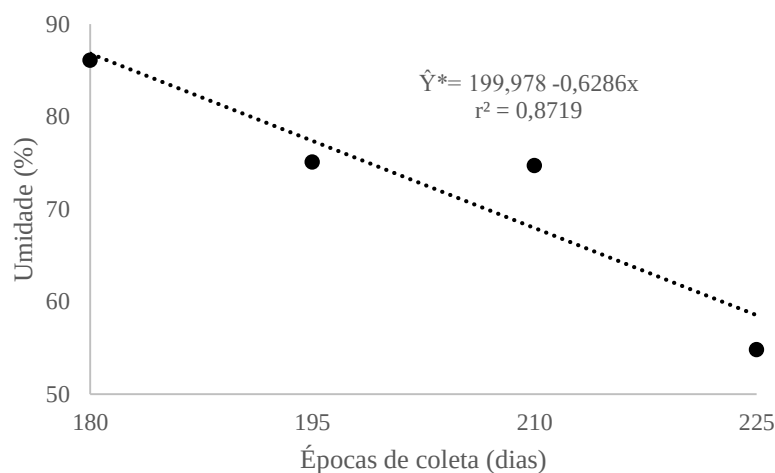
*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 20. Estimativa da massa fresca(A) e seca (B) das miniestacas nas densidades de plantio em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2022.

A perda de umidade, devido ao ganho de massa seca com o avanço da idade, pode ser comprovada na Figura 21, quando houve efeito linear decrescente da porcentagem de umidade em relação às épocas de coleta.

Além disso, foi constatada, também, correlação negativa entre massa seca e umidade ($r = -0,86$), em que miniestacas com menor umidade são aquelas com maiores teores de massa seca.

Fazendo analogia ao material de plantio convencional, para não haver perda na capacidade de brotação, as manivas devem estar em até 50% de umidade. Abaixo desse valor, a taxa de brotação reduz em até 33% (Mdenye et al., 2018). No entanto, as manivas que apresentam teor de umidade acima de 80% apresentam reduzido acúmulo de reserva, resultando em plantas menos resistentes às adversidades das condições edafoclimáticas (Schoffel et al., 2021), de modo que as miniestacas cortadas, a partir dos 195 dias após o plantio, estão dentro dessa faixa, podendo ser utilizadas para o plantio.



*Significativo, a 5% de probabilidade, pela análise de variância da Regressão.

Figura 21. Estimativa da umidade de miniestacas em função das épocas de coleta. Vitória da Conquista, Bahia, 2023.

De maneira geral, o plantio, nas maiores densidades 200 mil plantas ha^{-1} , fornece maior quantidade de miniestacas por área, no entanto, devido às plantas estarem mais próximas umas das outras, há maior competição entre essas, por isso, esse material possui maior massa fresca, menor massa seca e diâmetro na porção basal.

Quanto à época de corte, aos 225 dias após o plantio, houve fornecimento de miniestacas em maior quantidade por brotação, com maior diâmetro, assim, também, como maior massa seca, volume e diâmetro da medula, sendo indicado o corte nessa época na Região Sudoeste da Bahia.

5 CONCLUSÕES

O uso de manivas de mandioca, coletadas em área adubada e irrigada durante os primeiros cinco meses após plantio, resulta em brotações uniformes e vigorosas, e no aumento da produtividade de raízes tuberosas. Dessa maneira, a utilização de manivas de qualidade promove incrementos na renda entre 22 a 24%. O plantio com adubação dessas ramas também contribui para aumento no rendimento da cultura.

No entanto, o armazenamento das ramas, durante 90 dias, promove a maior perda de umidade e leva à diminuição da quantidade de brotos e do seu desenvolvimento inicial, o que dificulta o estabelecimento da cultura em campo.

Para a variedade Sergipe, nas condições de Vitória da Conquista – BA, a densidade de 200 mil plantas ha⁻¹ leva à maior produção de miniestacas de mandioca com dimensões de 13 cm de comprimento e espessura de 7-10 mm, sendo possível produzir 247 mil miniestacas ha⁻¹.

Quando as miniestacas são coletadas aos 225 dias após o plantio, apresentam maior massa seca, indicando maior conteúdo de reserva. Nesse período de coleta, pode-se reduzir em até 30 vezes do volume para o plantio de 1 ha, se comparada às manivas convencionais, utilizando-se apenas 0,20 m³ de miniestacas.

Entretanto, miniestacas cortadas a partir dos 195 dias após o plantio estão dentro da faixa ótima de umidade (<80%), podendo ser utilizadas para o plantio com elevado potencial de rebrota.

6 REFERÊNCIAS

- Adetowubo, A. A.; Odutayo, O. I.; Esan, E. B.; Adewumi, A.; Ogunwenmo, O. K. Micropropagation of cassava (*Manihot esculenta*) using locally sourced substitutes in a routine medium. **Journal Experimental Agriculture International**, v. 30, p. 1-5, 2019. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/46927>.
- Adiele, J. G.; Schut, A. G. T.; Ezui, K. S.; Giller, K. E. LINTUL-Cassava-NPK: A simulation model for nutrient-limited cassava growth. **Field Crops Research**, v. 281, p. 108488, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108488>.
- Adiele, J. G.; Schut, A. G.; Van Den Beuken, R. P. M.; Ezui, K. S.; Pypers, P.; Ano, A. O.; Egesi, C. N.; Giller, K. E. Towards closing cassava yield gap in West Africa: agronomic efficiency and storage root yield responses to NPK fertilizers. **Field Crops Research**, v. 253, p. 107820, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107820>.
- Aidoo, R.; Oduro, I. N.; Agbenorhevi, J. K.; Ellis, W. O.; Pepra-Ameyaw, N. B. Physicochemical and pasting properties of flour and starch from two new cassava accessions. **International Journal of Food Properties**, v. 25, n. 1, p. 561-569, 2022. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2052087>.
- Akpan, E. A.; Ikeh, A. O. Growth and yield response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties to different spacing in Uyo, Southeastern Nigeria. **Journal of Agricultural and Crop Research**, v. 6, n. 2, p. 19-27, 2018.
- Alene, A. D.; Abdoulaye, T.; Rusike, J.; Labarta, R.; Creamer, B.; Del Río, M.; Ceballos, H.; Becerra, L. A. **PLoS One**, v. 13, n. 8, p. e0201803, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201803>.
- Alves Filho, P. P. C., Galvão, J. R., Neves, L. B., & dos reis Costa, I. Resposta da cultivar de mandioca roxinha à adubação NPK. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 11, p. 1-7, 2015. <https://doi.org/10.17766/1808-981X.2015v11n1p1-7>.
- Amoako, O. A.; Adjebeng-Danquah, J.; Agyare, R. Y.; Tengey, T. K.; Puozaa, D. K.; Kassim, B. Y. Growth and yield performance of cassava under different plant population densities of two cowpea varieties in a cassava/cowpea intercrop. **International Journal of Agricultural Technology**, v. 18, n.5, p.1917-1936, 2022.
- Aquiles, K. R.; de Abreu Mattos, J. K.; Uesugi, C. H.; Vieira, E. A.; de Freitas Fialho, J. Influência das diferentes seções do terço médio da planta na multiplicação rápida de mandioca. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 4537-4549, 2021. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-135>.
- Badilla, Y.; Xavier, A.; Gamboa, O. M. Storage time effect on mini-cuttings rooting in *Tectona grandis* Linn f. clones. **Revista Árvore**, v. 41, n.3, p. e410303, 2017. <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000300003>.

Bandeira e Sousa, M.; Andrade, L. R. B. D.; Souza, E. H. D.; Alves, A. A. C.; Oliveira, E. J. Reproductive barriers in cassava: Factors and implications for genetic improvement. **PloS one**, v. 16, n. 11, p. e0260576, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260576>.

Barrera, A. D. P.; Soto-Sedano, J.; López Carrascal, C. E. Identificación de polimorfismos en el gen rxam1 de yuca y su asociación con la resistencia a la bacteriosis vascular. **Acta Biológica Colombiana**, v. 25, n. 2, p. 185-193, 2020. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.77564>.

Biratu, G. K.; Elias, E.; Ntawuruhunga, P.; Sileshi, G. W. Cassava response to the integrated use of manure and NPK fertilizer in Zambia. **Heliyon**, v. 4, n. 8, p. e00759, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00759>.

Bisimwa, E. B.; Birindwa, D. R.; Yomeni, M. O.; Rudahaba, N.; Byamungu, K.; Bragard, C. Multiple cassava viruses' co-infections and resurgence of pests are leading to severe symptoms and yield losses on Cassava in the South-Kivu Region, Democratic Republic of Congo. **American Journal of Plant Sciences**, v. 10, n. 11, p. 1969-1988, 2019. <https://doi.org/10.4236/ajps.2019.1011138>.

Borges, A. L.; Silva, J. D.; Silva Souza, L.; Cerqueira Gomes, J. 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.

Cardoso, A. D.; Viana, A. E. S.; Muniz, W. F.; de Andrade, J. S.; Moreira, G. L. P.; Júnior, N. D. S. C. Avaliação de variedades de mandioca tipo indústria. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 456-466, 2014.

Cardoso Júnior, N. D. S., Viana, A. E. S.; Matsumoto, S. N.; Sedyama, T.; Amaral, C. L. F.; Pires, A. J. V.; Ramos, P. A. S. Efeito do nitrogênio sobre o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 603-610, 2005.

Carvalho, F. M. D.; Viana, A. E. S.; Matsumoto, S. N.; Rebouças, T. N. H.; Cardoso, C. E. L.; Gomes, I. R. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 378-384, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200017>.

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

Ceballos, H.; Rojanaridpiched, C.; Phumichai, C.; Becerra, L. A.; Kittipadakul, P.; Iglesias, C.; Gracen, V. E. Excellence in cassava breeding: perspectives for the future. **Crop Breeding, Genetics and Genomics**, v. 2, n. 2, p. 1-31, 2020. <https://doi.org/10.20900/cbgg20200008>.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Mandioca/CEPEA: valores renovam recordes da série do cepea**. Disponível em : <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/mandioca.aspx>. Acesso em: janeiro, 2023.

Chipeta, M. M., Shanahan, P., Melis, R., Sibiya, J.; Benesi, I. R. Early storage root bulking index and agronomic traits associated with early bulking in cassava. **Field Crops Research**, v. 198, p. 171-178, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.09.004>.

Chua, M. F.; Youbree, L.; Oudthachit, S.; Khanthavong, P.; Veneklaas, E. J.; Malik, A. I. Potassium fertilisation is required to sustain cassava yield and soil fertility. **Agronomy**, v. 10, n. 8, p. 1103, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081103>.

Coimbra, T. S. **MANDIOCA: a cultura, a sua análise económica e a respectiva cadeia produtiva no Brasil**. 2013. p.24. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical Sustentável)- Universidade de Lisboa, Lisboa.

Conceição, A.J. A Mandioca. São Paulo: Ed. Nobel, 1981.

Coutinho, L. C.; Camera, J. N.; Schoffel, A.; Golle, D. P.; Zamberlan, J. F.; Schneider, T.; Deuner, C. C.; Koefender, J.; Delazeri, P. Seed cassava cuttings production: alternative use of growing substrates. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 8, n. 3, p. 129-140, 2020. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol8.iss3.2213>.

Dos Santos Ramos, W.; De Sousa Oliveira, J.; Ferreira, L. E.; Galvão, J. R.; Mendonça, D. P.; de Araujo, J. A. C.; de Souza, A. L. A cultura da mandioca: os efeitos da correção do solo sobre suas características agrônômicas, distribuídas em épocas distintas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 15-24, 2021. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.007.0002>.

Eguiluz, A.; Pinedo, R.; Figueroa, C. Physiological and Agronomic Characterisation of Six Cassava Clones (*Manihot esculenta* Crantz). **Peruvian Journal of Agronomy**, v. 3, n. 3, p. 120-125, 2019. <https://doi.org/10.21704/pja.v3i3.1209>.

Embrapa. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Manual do maniveiro: orientações práticas para produção de manivas-semente em Unidades de Multiplicação Rápida (UMR)**. 1ª ed. Brasília, EMBRAPA, 2017. 76 p.

Emer, A. A.; Avrella, E. D.; Fior, C. S.; Schafer, G. Nitrogen fertilization for minitrains of *Campomanesia aurea* O. Berg and its influence on productivity and rooting of minicuttings at different seasons of the year. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5632>.

Fernandes, A. M.; Gazola, B.; Nunes, J. G. D. S.; Garcia, E. L.; Leonel, M. Yield and nutritional requirements of cassava in response to potassium fertilizer in the second cycle. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 20, p. 2785-2796, 2017. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1382520>.

Feyisa, A. S. Micropropagation of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Extensive Reviews**, v. 1, n. 1, p. 49-57, 2021. <https://doi.org/10.21467/exr.1.1.4486>.

Fukuda, W. M. G.; Caldas, R. C. Relação entre os conteúdos de amido e farinha de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.6, p. 57-63, 1987.

Garcia, R. S. M.; Carvalho, R. S.; Santos, L.H. Controle biológico da broca da haste da mandioca *Sternocaelus spp.* por meio do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

Grossmann, J.; Freitas, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, v. 160/162, n.4, p. 75-80, 1950.

Guimarães, D.G. **Avaliação de genótipos de mandioca em Cândido Sales – BA**. 2013.104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, BA.

Hartati, T. M.; Roini, C.; Rodianawati, I. Growth Response of Local Cassava to Cutting Models and the Number of Buds. **Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture**, v. 36, n. 2, p. 379-391, 2021. <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v36i2.37746>.

Hegde, V., Kumar; T.M.; Sheela, M.N.; Koundinya, A.V.V.; Senthilkumar, K.M.; Mohan, C. Cassava (*Manihot esculenta*) synthetic seed production for germplasm exchange. **Indian Journal of Plant Genetic Resources**, v. 34, n. 3, p. 404-410, 2021. <http://dx.doi.org/10.5958/0976-1926.2021.00033.4>.

Instituto brasileiro de geografia e estatística-IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br//>>. Acesso em: janeiro 2023.

Janket, A.; Jogloy, S.; Vorasoot, N.; Toomsan, B.; Kaewpradit, W.; Theerakulpisut, P.; Banterng, P. Nutrient uptake and nutrient use efficiency of cassava genotypes with different starch bulking periods as affected by different planting dates. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 4, p. 580-599, 2021. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1845381>.

Katuromunda, S.; Ekwaro, B.; Wanaku, B. Yield performance of newly developed cassava varieties in response to inorganic fertilizers. **Modern Applied Science**, v. 15, n. 4, p. 60-68, 2021. <https://doi.org/10.5539/mas.v15n4p60>.

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

Kilwinger, F.; Mugambi, S.; Manners, R.; Schut, M.; Tumwegamire, S.; Nduwumuremyi, A.; Bambara, S.; Paauwe, M.; Almekinders, C. Characterizing cassava farmer typologies and their seed sourcing practices to explore opportunities for economically sustainable seed business models in Rwanda. **Outlook on agriculture**, v. 50, n. 4, p. 441-454, 2021. <https://doi.org/10.1177%2F00307270211045408>.

Leonel, M.; de Souza Fernandes, D.; Dos Santos, T. P. R. Unmodified cassava starches with high phosphorus content. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 187, p. 113-118, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.07.116>.

Lyons, J. B.; Bredeson, J. V.; Mansfeld, B. N.; Bauchet, G. J.; Berry, J.; Boyher, A.; Bart, R. S. Current status and impending progress for cassava structural genomics. **Plant Molecular Biology**, v.109, p. 177–191, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11103-020-01104-w>.

Maggioni, R. A.; Netto, E. R.; Lato, L. P.; Koehler, H. S.; Zuffellato-Ribas, K. C. Viability of the mini-cutting technique in the production of *Drimys brasiliensis* Miers seedlings. **Floresta**, v. 50, n. 2, p. 1195-1202, 2020. <https://doi.org/10.5380/rf.v50i2.62020>.

Mdenye, B. B.; Kinama, J. M.; Olubayo, F. M.; Kivuva, B. M.; Muthomi, J. W. Effect of storage methods of cassava planting materials on establishment and early growth vigour. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research**, v.12, n.1, p.1-10, 2018.

Mdenye, B. B.; Kinama, J. M.; Olubayo, F. M.; Kivuva, B. M.; Muthomi, J. W. Effect of storage methods on carbohydrate and moisture of cassava planting materials. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, n. 12, p. 100-111, 2016.

Mendonça, R. M.; Vieira, E. A.; Fialho, J. D. F.; Ribeiro, M. R.; Sene, J. C. D. S.; de Paiva, W. M.; Malaquias, J. V. Agronomic performance of sweet cassava cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 434-438, 2020. <https://doi.org/10.1590/s0102-0536202004015>.

Merumba, M. S.; Msanya, B. M.; Semu, E.; Semoka, J. M. Pedological characterization and suitability assessment for cassava production in Bukoba, Missenyi and Biharamulo districts, Tanzania. **American Journal of Agriculture and Forestry**, v. 8, n. 4, p. 144-166, 2020. <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20200804.18>.

Misganaw, C. D.; Bayou, W. D. Tuber yield and yield component performance of cassava (*Manihot esculenta*) varieties in Fafen District, Ethiopia. **International Journal of Agronomy**, v. 2020, p. 1-6, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5836452>.

Moreira, G.L.P. 2016.153p. **Sistemas de produção de mandioca na região Sudoeste da Bahia**. Tese (Doutorado em Agronomia) -Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, BA.

Moyin-Jesu, E. I.; Akinola, M. O. Comparative Evaluation of Seven Different Spacing Treatments on Weeding Regimes, Tuber Yield, Stem and Leaf Biomasses of Cassava (*Manihot esculenta* L). **Journal Agriculture Food Technology** , v. 2, n. 3, p. 41-48, 2012.

Muiruri, S. K.; Ntui, V. O.; Tripathi, L.; Tripathi, J. N. Mechanisms and approaches towards enhanced drought tolerance in cassava (*Manihot esculenta*). **Current Plant Biology**, v. 28, p. 100227, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2021.100227>.

- Muluaem, T.; Shimer, T. Breeding for mineral stress tolerance and management strategies in cassava. **Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation**, v. 3, n. 2, p. 164-172, 2015.
- Mwamba, S.; Kaluba, P.; Moualeu-Ngangue, D.; Winter, E.; Chiona, M.; Chishala, B. H.; Munyinda, K.; Stützel, H. Physiological and morphological responses of cassava genotypes to fertilization regimes in chromi-haplic acrisols soils. *Agronomy*, v. 11, n. 9, p. 1757, 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091757>.
- Narmilan, A.; Puvanitha, S. The effect of different planting methods on growth and yield of selected of cassava (*Manihot esculenta*) cultivars. **Agricultural Science Digest-A Research Journal**, v. 40, n. 4, p. 364-369, 2020. <https://doi.org/10.18805/ag.D-272>.
- Neves, R. J.; Souza, L.S.; Oliveira, E. J. A leaf bud technique for rapid propagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Scientia Agricola**, e20180005, v. 77, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0005>.
- Nisanath, K.; Porntep, K.; Apichart, B. Effect of moisture and region of cut on cassava stalk properties in biomass applications. **Research in Agricultural Engineering**, v. 63, n. 1, p. 23-28, 2017. <https://doi.org/10.17221/70/2015-rae>.
- Nogueira, F. D.; Gomes, J. de C. mandioca. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª. Aproximação. Comissão de Fertilizante do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 312-313, 1999.
- Obele, C. M.; Ejimofor, M. I.; Atuanya, C. U.; Ibenta, M. E. Cassava stem cellulose (CSC) Nanocrystal for optimal methylene BlueBio sorption with response surface design. **Current Research in Green and Sustainable Chemistry**, v. 4, p. 100067, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100067>.
- Ohland, T.; Lana, M. D. C.; Frandoloso, J. F.; Rampim, L.; Bergmann, J. R.; Cabreira, D. T. Influência da densidade do solo no desenvolvimento inicial do pinhão-manso cultivado em Latossolo Vermelho eutroférico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 622-630, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461050004>.
- Okogbenin, E.; Setter, T. L.; Ferguson, M.; Mutegi, R.; Ceballos, H.; Olanmi, B.; Fregene, M. Phenotypic approaches to drought in cassava. *Frontiers in physiology*, v. 4, p. 93, 2013. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00093>.
- Okpara, D. A.; Udeh, D. C.; Akinbo, O. K.; Eke-Okoro, O. N.; Olojede, A. O. Stem portion and number of stakes influence on growth and yield of cassava variety in the South East, Nigeria. **Agro-Science**, v. 21, n. 1, p. 39-44, 2022. <https://dx.doi.org/10.4314/as.v21i1>.
- Oladejo, A.O.; Sikuru, G.K. Storage effects on cassava planting material quality and subsequent viability and germination. **International Journal of Pure and Applied Science**, v 17, n 9, 2019.

Oliveira, E. C.; de Almeida, L. H. C.; Zucareli, C.; Valle, T. L.; de Souza, J. R. P.; Miglioranza, É. Analysis of cassava growth at different harvest times and planting densities. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 113-126, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p113>.

Oliveira, E.J.; De Oliveira, S. A. S.; Otto, C.; Alicai, T.; De Freitas, J.P.X.; Cortes, D.F.M.; Pariyo, A; Liri, C.; Adiga, G.; Balmer, A.; Klauser, D.; Robinson, M. A. novel seed treatment-based multiplication approach for cassava planting material. **PLoS One**, v. 15, n. 3, p. e0229943, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229943>.

Omondi, J. O.; Lazarovitch, N.; Rachmilevitch, S.; Kukew, T.; Yermiyahu, U.; Yasuor, H. Potassium and storage root development: focusing on photosynthesis, metabolites and soluble carbohydrates in cassava. **Physiologia plantarum**, v. 169, n. 2, p. 169-178, 2020. <https://doi.org/10.1111/ppl.13060>.

Organização das Nações Unidas para Agricultura e alimentação- FAO. **FAOESTAT**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: janeiro de 2023.

Pedrosa, J.L.F.; de Oliveira, F.L.; Zucoloto, M.; das Graças, A.T., do Carmo, M. P.; Tomaz, M.A. Propagación de yacon (*Smallanthus sonchifolius*), a partir de rizóforos con diferentes números de yemas. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo**, v. 52, n. 2, p. 52-63, 2020.

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

Phoncharoen, P.; Banterng, P.; Vorasoot, N.; Jogloy, S.; Theerakulpisut, P.; Hoogenboom, G. Growth rates and yields of cassava at different planting dates in a tropical savanna climate. **Scientia Agricola**, v. 76, p. 376-388, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2017-0413>.

Pimentel, M. L.; Reis, I. M. S.; Castro, J. S. D.; Portela, V. S.; Romano, M. L. P. C.; Aguilar Vildoso, C. I.; Gasparin, E.; Sia, E. F. D. Cassava yield indicators and total organic carbon in tropical soils under different fertilization treatments. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 10, p. 1325-1331, 2021. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.21.15.10.p3291>.

Pineda, M.; Morante, N.; Salazar, S.; Cuásquer, J.; Hyde, P. T.; Setter, T. L.; Ceballos, H. Induction of earlier flowering in cassava through extended photoperiod. **Agronomy**, v. 10, n. 9, p. 1273, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091273>.

Pinheiro, W. L.; da Silva Maia, G.; de Almeida, F.; de Cristo Silva, R. R.; Cruz, J. D.; de Souza, R. M. Características agronômicas e produção da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv. BRS-Poti) submetida a tratos culturais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18314-18325, 2021. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n2-461>.

- Polthanee, A. Cassava as an insurance crop in a changing climate: The changing role and potential applications of cassava for smallholder farmers in Northeastern Thailand. **Forest and Society**, v. 2, n. 2, p. 121-137, 2018. <http://dx.doi.org/10.24259/fs.v2i2.4275>.
- Polthanee, A.; Manuta, P. Effect of stake priming with nutrient solution on growth and yield of cassava grown under greenhouse and field conditions. **Khon Kaen Agriculture Journal**, v. 43, n. 2, p. 379-386, 2015.
- Pooja, A. P.; Ameena, M. Quality planting material for productivity enhancement in tropical tuber crops. **International journal of agricultural Technology**, v. 8, n. 4, p. 1931-1936, 2020. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4t.9912>.
- Prates, C. J. N.; Guimarães, D. G.; Viana, A. E. S.; Cardoso, A. D.; Teixeira, P. R. G.; Carvalho, K. D. Caracterização morfológica de genótipos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Scientia Plena**, v. 13, n. 9, 2017. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.090201>.
- Promkhambut, A.; Manuta, P.; Laoken, A.; Sungthongwises, K.; Polthanee, A. Effect of stake storage methods on germination, growth and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). **International Journal of Environmental and Rural Development**, v. 6, n. 2, p. 110-114, 2015. https://doi.org/10.32115/ijerd.6.2_110.
- Rabbi, I. Y.; Kayondo, S. I.; Bauchet, G.; Yusuf, M.; Aghogho, C. I.; Ogunpaimo, K.; Kulakow, P. Genome-wide association analysis reveals new insights into the genetic architecture of defensive, agro-morphological and quality-related traits in cassava. **Plant Molecular Biology**, p. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11103-020-01038-3>.
- Rasaq, S. A.; Shittu, T. A.; Fadimu, G. J.; Abass, A. B.; Omoniyi, O. Effect of cassava variety, fertiliser type and dosage on the physicochemical, functional and pasting properties of high-quality cassava flour (HQCF). **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, v. 12, n. 1, p. 18-27, 2020. <https://doi.org/10.15586/QAS2019.652>.
- Reincke, K.; Vilvert, E.; Fasse, A.; Graef, F.; Sieber, S.; Lana, M. A. Key factors influencing food security of smallholder farmers in Tanzania and the role of cassava as a strategic crop. *Food Security*, v. 10, n. 4, p. 911-924, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12571-018-0814-3>.
- Remison, S. U.; Omorodion, E.; Eifedyi, E. K. A re-examination of the effects of length of stem cuttings on the growth and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Nigerian Annals Natural Science**, v. 15, p. 9-13, 2015.
- Rocha, H. S.; Silveira, H.F.; Souza, A.D.S.; De Oliveira, A.S.A.; De Oliveira, E.J.; De Souza, B.D.L. **Miniestacas de mandioca? nova alternativa de material de plantio**. Comunicado técnico, 179. Cruz das Almas Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021. 24 p.
- Rodriguez, M.A.D.; Carvalho, R.S.; Alves, A.A.C.; Diniz, M.S. **Armadilha CNPMPF: nova técnica para o controle de brocas-da-haste da mandioca**. Circular Técnica, 91. Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. 4 p.

Rosa, B. H. S.; Fernandes, A. M.; Gazola, B.; Nunes, J. G.; Soratto, R. P. Liming and phosphorus fertilization increase cassava root yield without affecting its cooking time. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 5, p. 4386-4395, 2021. <https://doi.org/10.1002/agj2.20842>.

Santo, K. G.; Muntala, A.; Norshie, P. M. Agro-Morphological Traits And Root Yield Of An Improved Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Variety Under Nutrient-Applied Conditions In Offinso Municipality Of Ghana. **European Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 2, n. 3, 2020. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2020.2.3.47>.

Santo, K. G.; Ntiamoah, D. A.; Norshie, P. M. Muntala, A. Growth and Yield Traits of Two Improved Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Cultivars under Poultry Manure and Npk Fertilizers. **Scholars Journal Agriculture Veterinary Sciences**, v. 2, p. 20-32, 2021. <https://doi.org/10.36347/sjavs.2021.v08i02.004>.

Santos, N. S. D.; Alves, J. M. A.; Uchôa, S. C. P.; Oliveira, N. T. D.; Albuquerque, J. D. A. A. D. Absorption of macronutrients by cassava in different harvest dates and dosages of nitrogen. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 633-640, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000400001>.

Schoffel, A. **Adaptação do método de multiplicação rápida, relações entre caracteres e amostragem na produção de mudas, ramas e raízes de mandioca**. 2019. 192 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Schoffel, A.; Lopes, S. J.; Koefender, J.; Lúcio, A. D. C.; Camera, J. N.; Golle, D. P. Adaptation of the rapid multiplication method: selecting stem cuttings based on their number of leaves for cassava seedling production. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 43, p. e50289, 2021. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.50289>.

Schoffel, A.; Lopes, S. J.; Koefender, J.; Lúcio, A. D. C.; Camera, J. N.; Golle, D. P. Sample size for estimation of averages of agronomic traits in cassava seedlings. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 8, n. 5, p. 73-82, 2020. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol8.iss5.2312>.

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

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

Shirima, R.R.; Maeda, D.G.; Kanju, E. E.; Tumwegamire, S.; Ceasar, G.; Mushi, E.; Scichalve, C.; Mtunda, K.; Mkamilo, G. Legg, J. P. Assessing the degeneration of cassava under high-virus inoculum conditions in coastal Tanzania. **Plant Disease**, v. 103, n. 10, p. 2652-2664, 2019. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-18-0750-RE>.

Silva, R. B.; Teodoro, I.; de Souza, J. L.; Júnior, R. A. F.; dos Santos, M. A.; Magalhães, I. D.; Lyra, G. B.; Moraes, M.A.F.; Teodoro, I. P.O.; Santos Neto, A.L.; Martins, G. M. C. Análises fisiológicas e de crescimento e produtividade da mandioca sob níveis de irrigação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 1, p. 16-26, 2022. <https://doi.org/10.5965/223811712112022016>.

Silveira, F. P. D. M.; Lopes, W. D. A. R.; Oliveira, P. R. H. D.; Lima, F. L. D. S., Silveira, L.; Barros Junior, A. P. Quality of table cassava roots fertilized with phosphorus. *Revista Caatinga*, v. 34, p. 965-975, 2021 a. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n424rc>.

Silveira, H. F.; Silva, J. V. R.; Rocha, H. S.; Vendramini, B. F. Miniestacas de mandioca na difusão de novas variedades de mandioca para indústria (*Manihot esculenta*). XVIII Congresso Brasileiro de Mandioca. **Anais...**, 2021 b.

Sivamani, S.; Baskar, R. Bioconversion of cassava stem to ethanol: oxalic acid pretreatment and co-culture fermentation. **Biofuels**, v. 9, n. 5, p. 559-566, 2018. <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1432271>.

Soares, M. R. S.; do Nascimento, R. D. M.; Viana, A. E. S.; Cardoso, A. D.; Braga, G. C. M.; Júnior, J. N. L. F. Componentes agronômicos qualitativos e caracterização morfológica de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em seis épocas de colheita. **Scientia Plena**, v. 13, n. 6, 2017. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.061201>.

Souza, R. C. **Avaliação do potencial agrônomo de cultivares de mandioca oriundas do nordeste brasileiro**. 2017. 44p. Dissertação (Mestrado em Olericultura)-Instituto Federal de Goiás, Morrinhos, GO.

Streck, N. A.; Pinheiro, D. G.; Junior Zanon, A.; Gabriel, L. F.; Rocha, T. S. M.; Souza, A. T. D.; Silva, M. R. D. Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, v.73, n.24, 407-415,2014.

Sungthongwises, K.; Promkhambut, A.; Laoken, A.; Polthanee, A. Effects of methods and duration storage on cassava stake characteristics. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 15, n. 3/4, p. 86-91, 2016. <https://doi.org/10.3923/ajps.2016.86.91>.

Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia-SEI. 2013. Sistema de Informações Municipais. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/>. Acesso em: janeiro de 2023.

Temegne, C. N.; Ngome, F.A. Fertility management for cassava production in the centre region of Cameroon. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 16, n. 5, p. 1-8, 2017. <http://dx.doi.org/10.9734/JEAI/2017/34111>.

Thummanatsakun, V.; Yampracha, S. Effects of interaction between nitrogen and potassium on the growth and yield of cassava. **International Journal of Agricultural Technology**, v. 14, n. 7, p. 2137-50, 2018.

Torres, L. G.; Vilela de Resende, M. D.; Azevedo, C. F.; Fonseca e Silva, F.; De Oliveira, E. J. Genomic selection for productive traits in biparental cassava breeding populations. **PloS one**, v. 14, n. 7, p. e0220245, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220245>.

Vieira, E. A.; Fialho, J. D. F.; Oliveira, C. M. D.; Rinaldi, M. M.; Fernandes, F. D. New cassava cultivars for starch and flour production in the Cerrado of Central Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 2, e27362023, 2020. <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n2a19>.

Visse, F. A.; Sentelhas, P. C.; Pereira, A. B. Yield gap of cassava crop as a measure of food security-an example for the main Brazilian producing regions. **Food Security**, v. 10, n. 5, p. 1191-1202, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12571-018-0831-2>.

Wahyuningsih, S.; Indriani, F. C.; Restuono, J.; Noerwijati, K.; Taufiq, A.; Baliadi, Y.; Budiono, R.; Van Minh, N.; Soni, P. Growth and Productivity of Four Cassava Cultivars on Several Levels of Mixed Fertilizers. **Jordan Journal of Biological Sciences**, v. 14, n. 5, 2021. <https://doi.org/10.54319/jjbs/140509>.

Yu, Y.; Liu, J.; Wang, Y.; Xiang, C.; Zhou, J. Practicality of using solar energy for cassava irrigation in the Guangxi Autonomous Region, China. **Applied energy**, v. 230, p. 31-41, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.060>.