

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CAMPUS MONTE CARMELO**

**PEDRO HENRIQUE DA CUNHA DIAS**

**Desenvolvimento de mudas e produtividade de *Manihot esculenta* com método alternativo de preparação da maniva semente**

**Monte Carmelo  
2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CAMPUS MONTE CARMELO**

**PEDRO HENRIQUE DA CUNHA DIAS**

**Desenvolvimento de mudas e produtividade de *Manihot esculenta* com método alternativo de preparação da maniva semente**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Edson Simão

**Monte Carmelo  
2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CAMPUS MONTE CARMELO**

**PEDRO HENRIQUE DA CUNHA DIAS**

**Desenvolvimento de mudas e produtividade de *Manihot esculenta* com método alternativo de preparação da maniva semente.**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Edson Simão  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gleice Aparecida de Assis  
Membro da Banca

---

Dr<sup>a</sup> Alyne Dantas Mendes de Paula  
Membro da Banca

**Monte Carmelo  
2020**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por estar ao meu lado em toda minha jornada.

Aos meus pais e irmão, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À Universidade Federal de Uberlândia, e todo o seu corpo docente, direção e administração que foram essenciais à execução deste trabalho.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Edson Simão, por sua disponibilidade, generosidade e apoio.

Sempre ponderando com críticas construtivas e compartilhando experiências e conhecimento.

Ao Laboratório de Morfologia, Sistemática e Fisiologia Vegetal - LABOT e aos seus técnicos

Alyne Dantas Mendes de Paula e Matheus Henrique Medeiros.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Vista geral do local do experimento em campo.

Figura 2. Dados meteorológicos de Monte Carmelo no período de condução do experimento.

Figura 3. Demonstrativo de manivas - mudas e cobertura com capim roçado.

Figura 4. Detalhe do plantio de mudas no campo.

Figura 5. Valores médios de diâmetro (representação em barras) e altura (representação em linhas) das brotações mais desenvolvidas em resposta aos diferentes métodos de preparações de maniva semente, tipo de substrato e condições de luz para formação das mudas de mandioca de mesa em tubetes.

Figura 6. Valores médios de comprimento das raízes (cm) e diâmetro das raízes (mm) colhidas das mudas provenientes dos diferentes métodos de preparação da maniva.

Figura 7. Valores médios de quantidade (brotações) de raízes tuberizadas e peso (kg) médio das raízes provenientes de mudas produzidas a partir de diferentes preparações de maniva.

Figura 8. Valores dos tipos de manivas em relação a diâmetro total (direita), parte consumível da mandioca (centro) e diâmetro da medula (esquerda) em mm.

Figura 9. Imagem com pedaços de mandiocas pré-cozida (esquerda) e pós-cozimento (direita).

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização química do solo na área experimental no ano de 2018

Tabela 2- Valores de quadrado médios de altura do broto (cm), germinação (mm), diâmetro do broto (mm) e número de brotação proveniente de mudas produzidas em ambiente de pleno sol.

Tabela 3- Valores médios de altura do broto (cm), para condição de pleno sol para diferentes preparações de manivas: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) em relação a formulação de substrato: Substrato orgânico, vermiculita e mistura de ambos os substratos orgânicos mais vermiculita.

Tabela 4- Valores médios de diâmetro das brotações (mm) para condição de pleno sol para diferentes tipos de maniva: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) em relação ao tipo de formulação de substrato: Substrato, vermiculita e mistura substrato orgânico mais vermiculita.

Tabela 5- Tipo de formulação de substrato na condição de pleno sol com análise das variáveis germinação (mm) e número de brotações para as diferentes preparações de maniva.

Tabela 6- Preparação de manivas para desenvolvimento das mudas em pleno sol: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) com análise de variáveis germinações (mm) e número de brotações (brotações).

Tabela 7- Tabela com valores de quadrado médios de altura do broto (cm), germinação (mm), diâmetro do broto (mm) e número de brotação proveniente de mudas produzidas em ambiente de sombrite.

Tabela 8- Tipo de mudas em condição de sombrite para as preparações de maniva Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) com análise de variável altura de brotações (cm), geminação e número de brotações (brotações.).

Tabela 9- Tipo de formulação de substrato em sombrite com análise de variável altura de brotações (cm), germinação e número de brotações (brotações).

Tabela 10- Tabela com valores médios de diâmetro do broto (mm) em condição de sombrite para os tipos de maniva: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) em relação ao tipo de formulação substrato: Substrato orgânico, vermiculita e mistura de substrato orgânico mais vermiculita.

Tabela 11- Tabela com valores de quadrado médios de quantidade de raiz (brotações), comprimento de raiz (cm), diâmetro do broto (mm) e peso de raiz (kg) provenientes de mudas produzidas a partir de diferentes preparações de maniva.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO GERAL.....	11
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Área experimental e material vegetal .....	14
4.1.2. Primeira etapa: Produção de mudas .....	15
4.1.3. Avaliações do desenvolvimento das mudas .....	16
4.1.4. Plantio no campo.....	16
4.2. Características a serem avaliadas das plantas no campo .....	18
4.3. Análises dos dados.....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5.1 Resultados Colheita .....	27
5.2 Resultados ImageJ .....	28
5.3 Resultados Pós Cozimento.....	30
6. CONCLUSÃO .....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar diferentes métodos de preparo de manivas de *Manihot esculenta*, seu desenvolvimento e produtividade, foram desenvolvidas duas etapas experimentais. Na primeira ocorreu à formação de mudas de mandioca em ambiente controlado e para essa etapa, manivas de 12 centímetros de comprimento e 2,5 centímetros de diâmetro foram preparadas de três formas: manivas inteiras com tecido medular (ICM), inteiras sem tecido medular (ISM) e partidas ao meio com manutenção de parte do tecido medular (PCM). As mudas foram conduzidas em tubetes preenchidos com três formulações de substrato: substrato orgânico, vermiculita e uma mistura de 1:1 de vermiculita e substrato orgânico, repetidas 18 vezes e divididas em duas condições: telado sombreado com sombrite 50% e uma parcela sob sol pleno. As manivas foram monitoradas com relação ao número de brotações, altura e diâmetro das brotações semanalmente até completar 36 dias. A segunda etapa foi iniciada após 45 dias do plantio, as mudas com melhor resposta de crescimento e desenvolvimento, em cada segmento de maniva foram transferidas para canteiro previamente preparado e com adubações corretivas. As avaliações de crescimento foram realizadas mensalmente, durante o período de um ano e meio. Finalmente, após 18 meses, as plantas foram colhidas e avaliadas os parâmetros de produtividade: número e raízes, comprimento e diâmetro de raízes e peso. Além disso, foram avaliadas a presença ou ausência de linha esclerificada no centro das raízes tuberizadas. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste de F, a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A condição de sombreamento resultou na formação de mudas com maior altura (20 cm em média). O destaque foi para a formulação de substrato orgânico (20,10 cm) e utilização de manivas sem a presença da medula (20,75 cm de altura do broto). O tipo de preparação de maniva partida ao centro resultou em raízes tuberizadas maiores (20,5 cm de comprimento) e o maior peso foi para maniva inteira com medula (3,1 kg). Pode-se concluir que ao se conduzir o preparo de mudas em tubetes deve-se priorizar o sombreamento inicial e utilização de formulação de substrato na proporção de 1:1 de substrato orgânico com vermiculita. Sugere-se a utilização de manivas partidas para a produção da muda com a vantagem de dobrar a capacidade de multiplicação sem perda significativa de produtividade. Ademais, quando a demanda é qualidade de raiz tuberizada sugere-se utilizar as manivas inteiras com a retirada de o tecido medular para proporcionar raízes tuberizadas sem a presença de cordão central esclerificado.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta*, maniva-semente, tuberização da mandioca de mesa

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca é considerada uma cultura de fácil desenvolvimento e condução, sendo amplamente utilizada na agricultura familiar. Seu uso é extenso para a alimentação animal e na indústria, principalmente para a produção de polvilho, farinha de mandioca, além do seu consumo "in natura".

De acordo com a última atualização (fevereiro/2020) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, a estimativa de produção brasileira de raiz de mandioca para o ano corrente é de 14,75 toneladas.ha<sup>-1</sup>, cultivadas numa área de 1,36 milhão de hectares (CONAB, 2019).

O cultivo da mandioca requer a propagação vegetativa e a escolha de manivas maduras deve ser priorizada. Estas manivas maduras em condições normais apresentam queda natural de folhas da base da planta para o seu ápice (SALDANHA, 2012). Devem-se evitar as partes herbáceas superior com uma reserva menor e a parte basal lenhosa com gemas inviáveis (SOUZA, 2000). Segundo TANAKA (1981) é recomendado utilizar a parte média em função da maior velocidade de brotação e produção final. Os preparos das manivas para plantio requerem o corte manual ou mecânico de modo que forme um ângulo reto em relação à maniva (MATTOS, 2000).

As cultivares se adaptam às condições regionais e locais, e dificilmente uma cultivar responde de forma semelhante em dois ou mais ecossistemas. A temperatura ideal para cultivo da mandioca está entre 18°C a 35°C. Abaixo de 15°C há redução gradual do crescimento vegetativo das plantas. Regiões com temperaturas médias inferiores a 10°C não são indicadas para cultivo devido ao risco de ocorrência de geadas (MALUF et al., 2011). O solo ideal é aquele com boa permeabilidade e aeração das raízes como os areno-argilosos e profundos (EMATER-MG).

O clima influencia na produtividade da mandioca. Pesquisadores da Embrapa (EMPRESA BRASILEIRA de PESQUISA AGROPECUÁRIA) e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) sugerem que a elevação da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera pode aumentar a produtividade média da mandioca mesmo com a consequente redução da quantidade das chuvas e aumento de temperatura.

Na busca por melhor qualidade de raízes tuberizadas para consumo “in natura” propõem-se a retirada da medula das manivas. Empiricamente este método possibilitou a produção de raízes com a ausência do cordão central esclerificado. Nesta pesquisa pretende-se caracterizar a produção e avaliar a presença ou não da linha central da raiz tuberizada após a retirada da medula das manivas na produção das mudas.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Comparar três métodos de preparação de maniva em relação ao tipo de substrato na produção da muda e produtividade das mudas em plantio no campo.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir a melhor forma de preparação da maniva e a melhor condição para desenvolvimento das mudas em viveiro.
- Definir o método de preparação de maniva que resulte em menor formação do cordão central esclerificado em raízes tuberizadas de mandioca.
- Avaliar o desenvolvimento, produtividade das mudas no campo e qualidade das raízes tuberizadas.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), Euphorbiaceae (LEOTARD et al., 2009) é uma espécie de hábito arbustivo e duradouro é conhecida como macaxeira, aipim emacamba. A espécie desenvolve raízes tuberosas, uma importante fonte de carboidratos na dieta alimentar dos brasileiros, devido seu alto teor energético. O consumo do “tubérculo” é maior em países tropicais e subtropicais, que apresentam um clima ideal para o plantio da cultura (FAO, 2003).

A escolha das cultivares deve ser em função da exploração (mesa, indústria), da resistência a pragas e doenças e do potencial produtivo. Cultivares de mesa: Polpa branca: IAC 14-18, CACAU, IAC 59-210 Polpa amarela: AMARELINHA para indústria: Casca branca: branca de Santa Catarina e Fibra Casca roxa: Mico ou roxinha, IAC 12-829, Mantiqueira.

A qualidade da raiz depende de uma boa e regular irrigação ou chuvas periódicas nos primeiros cinco meses da cultura. Após esse período pode se reduzir a rega, pois a planta entrara na fase vegetativa e assim terá capacidade de suportar a seca (Gonçalves,2016).

Grande parte da produção brasileira de mandioca é destinada à produção de farinha. O maior consumo deste derivado ocorre nas regiões Norte e Nordeste. A média brasileira de consumo é de 5,3 quilos anuais per capita, enquanto a região Norte continua com a maior média do País (23,54 kg por habitante por ano), seguida pela região Nordeste (9,67 kg por habitante por ano). As demais regiões apresentam consumo inferior a 1,3 kg/per capita/ano (SEBRAE, 2012).

A mandioca é uma planta perene de crescimento indeterminado, alternando períodos de crescimento vegetativo, armazenamento de carboidratos nas raízes e até períodos de quase dormência, resultando em uma correlação positiva entre a biomassa total e a biomassa das raízes de reserva (BOERBOM, 1978; RAMANUJAM, 1990).

O desenvolvimento da cultura é composto por quatro fases ativas e o repouso vegetativo. Inicia-se com a brotação e formação das raízes de absorção e em seguida a formação das raízes fibrosas; desenvolvimento de maior área foliar e acúmulo de amido em raízes fibrosas; espessamento das raízes de reserva pela deposição do amido. Finalmente, o repouso vegetativo com o armazenamento máximo de amido nas raízes (TERNES, 2002).

As cultivares de mandioca têm ciclos que variam de 6 a 36 meses e são classificadas em: Precoces (10 a 14 meses), semiprecoces (14 a 16 meses), tardias (ciclo maior que 18 meses) e esses ciclos podem ser ampliados ou reduzidos de acordo com as condições locais (EMBRAPA, 2006).

A cultura da mandioca apresenta ampla variabilidade genética, representada pelo grande número de cultivares disponível. Até 2006 já haviam sido catalogadas apenas no Brasil mais de quatro mil delas, mantidas em coleções e bancos de germoplasma de várias instituições de pesquisa (EMBRAPA, 2006).

Segundo Gonçalves (2016), a planta de mandioca é resistente e se adapta facilmente em temperaturas elevadas (20°C a 35°). A mesma precisa de calor e luminosidade constante para desenvolver, no estado de Minas Gerais a melhor época para cultivo inicia-se em março, final de verão e início de outono.

A planta de mandioca cresce sua parte aérea rapidamente, podendo obter um aspecto de plantas arbustivas antes mesmo de atingir o tempo ideal para sua colheita, onde não se recomenda fazer a atividade de poda (Gonçalves, 2016).

A escolha da cultivar e das manivas é fundamental para obtenção de um alto poder de brotação e uma boa produtividade. Recomenda-se não selecionar manivas de plantas mais velhas. Devem ser priorizadas plantas de 10 a 14 meses de idade, pois após esse tempo ela apresentará um aspecto mais grosso levando assim a brotação tardia (Saldanha, 2012). Segundo o mesmo autor para fazer o corte da maniva deve-se entender que a planta é subdividida em três partes “pé”, “meio” e “ponta”. A melhor maniva localiza-se no meio do caule. O corte pode ser realizado com o auxílio de um facão ou de uma serra e deve ser realizado no ar evitando colocar o caule no solo, o corte deve ser o mais uniforme possível. As manivas devem ser padronizadas de vinte a trinta centímetros de comprimento e com a presença de cinco a sete gemas.

A forma de plantio mais recomendada é utilizando os espaçamentos de 1,00 x 1,00 m, em fileiras simples, e 2,00 x 0,60 x 0,60 m, em fileiras duplas. O sistema de plantio e fileira dupla oferece aumento de produtividade por área, reduz o custo de produção e facilita a inspeção fitossanitária e aplicações de produtos fitossanitários. O plantio é normalmente realizado no início da estação chuvosa, quando a umidade e o calor se tornam elementos essenciais para a brotação e enraizamento (EMBRAPA, 2006).

Os tipos de substratos utilizados para realização dessa pesquisa foi: Substrato orgânico (plantmax): proporciona um maior desenvolvimento de formação de mudas proporciona retenção de água suficiente para a germinação, além de permitir a emergência das plântulas, conjuntamente com atributos de boa aeração para permitir a difusão de oxigênio para as raízes, baixa resistência à penetração das raízes e boa resistência à perda de estrutura (Silva Júnior & Visconti, 1991), vermiculita é um mineral formado pela superposição de finíssimas lamínulas, que submetido a altas temperaturas sofre uma grande expansão de até quinze vezes o seu volume original, constituindo-se no produto industrializado, vermiculita expandida.

A falta de regularidade na qualidade culinária das raízes de mandioca de mesa é um dos fatores de restrição à expansão de seu consumo. A melhor época para se obter esse material “fresco” é entre maio a agosto.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área experimental e material vegetal

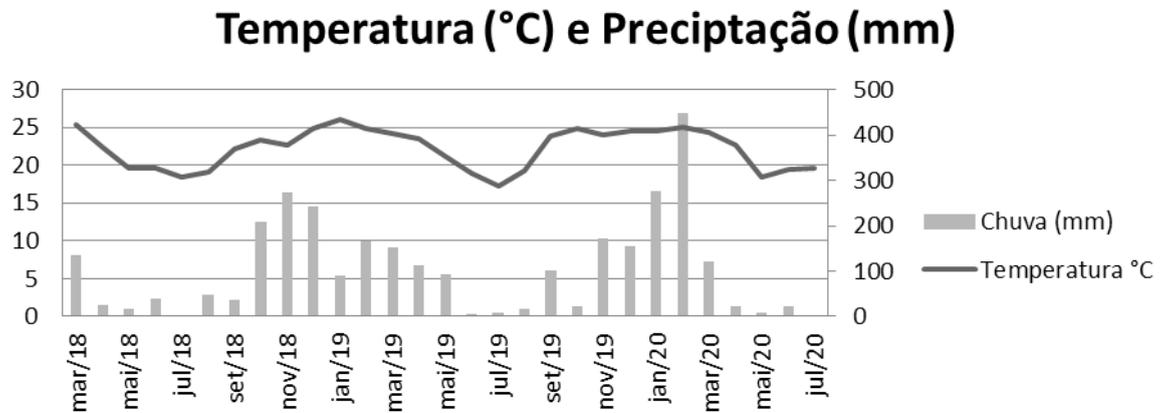
O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, na Área demonstrativa do Jardim Experimental da Botânica (Figura 1). As coordenadas geográficas da área experimental são 18° 43' 41'' S e 47° 31' 26'' O, situada a 903 m de altitude.



Figura 1. Vista geral do local do experimento em campo.

Os tratamentos foram constituídos de três tipos de preparos de mudas partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) e formulação de substrato: Substrato orgânico, vermiculita e mistura de ambos os substratos orgânicos mais vermiculita. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados (DIC), com dezoito-repetições. Em esquema fatorial 3x3 com nove tratamentos e com 162 parcelas.

Os valores médios mensais de precipitação e temperatura durante o período de condução do experimento se encontram na Figura 2.



Fonte: Sismet Cooxupé.

Figura 2. Dados meteorológicos de Monte Carmelo no período de condução do experimento.

As manivas foram extraídas da cultivar mandioca para mesa e padronizadas com 12 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro. Para cada tratamento foram distribuídas manivas com três preparações distintas: manivas inteiras com tecido medular (ICM) e sem tecido medular (ISM) e partidas ao meio com manutenção da medula (PCM). Os procedimentos experimentais foram divididos em duas etapas descritas a seguir.

#### 4.1.2. Primeira etapa: Produção de mudas

Para definição da melhor condição e substrato para produção de mudas, o experimento foi conduzido em tubetes de 170 ml preenchidos com três substratos que consistiram nos seguintes tratamentos: substrato orgânico (Plantmax), vermiculita e uma mistura de 1:1 de vermiculita e substrato orgânico. Os tratamentos foram dispostos em duas condições de luz: pleno sol e sob tela de sombreamento de 50%. Após a colocação das manivas nos tubetes, as mesmas foram cobertas com capim seco, roçado de braquiária e mantidas sob regas diárias por aspersão (Figura 4).



Figura 3. Demonstrativo de manivas - mudas e cobertura com capim roçado.

O controle fitossanitário foi realizado mediante avaliações periódicas no viveiro e na lavoura para determinação da necessidade de manejo de pragas, doenças e controle de plantas daninhas. Para o controle de pragas (formigas) foi utilizado fipronil 0,01% e sulfluramida 0,01%, já para o controle de plantas daninhas, capinas manuais foram realizadas periodicamente a fim de manter a cultura livre da presença de plantas daninhas da fase de muda até colheita.

#### **4.1.3. Avaliações do desenvolvimento das mudas**

Após quinze dias de semeadura foi realizada a primeira avaliação do número, tamanho, diâmetro das brotações e germinações com auxílio de paquímetro digital e régua milimétrica. A coleta de dados foi repetida semanalmente até os 36 dias após a instalação do experimento. Assim foram selecionadas as 16 maiores mudas provenientes de cada tipo de manivas para serem transplantadas para o solo.

#### **4.1.4. Plantio no campo**

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO. Foram coletadas amostras de 0-20 cm para classificação química do solo no início da implantação do experimento no ano 2018 (Tabela 1).

Característica	2018
pH (H <sub>2</sub> O)	4,9
Fósforo (P) – mg dm <sup>-3</sup>	40,68
Potássio (K) - mg dm <sup>-3</sup>	114,7
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) – cmolc dm <sup>-3</sup>	2,04
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) – cmolc dm <sup>-3</sup>	0,32
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ) – cmolc dm <sup>-3</sup>	0,0
H+Al (Extrator SMP) – cmolc dm <sup>-3</sup>	3,3
Soma de bases trocáveis (SB) – cmolc dm <sup>-3</sup>	2,65
CTC (t) - cmolc dm <sup>-3</sup>	2,65
Índice de saturação por bases (V) - %	44,6
Índice de saturação de alumínio (m) - %	0,0
Zinco (Zn) – mg dm <sup>-3</sup>	0,0
Ferro (Fe) – mg dm <sup>-3</sup>	0,0
Manganês (Mn) – mg dm <sup>-3</sup>	3,3
Cobre (Cu) – mg dm <sup>-3</sup>	0,32
Boro (B) – mg dm <sup>-3</sup>	2,04

O preparo do solo consistiu no encanteiramento com o uso de uma fresadora encanteiradora. Ao realizar o plantio com a profundidade de dez centímetros no mês de abril de 2018, foi realizada uma adubação com 1,2 kg de B e Zn por hectare e 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup>. Após 45 dias de plantio, procedeu-se com uma adubação complementar de 60 kg do formulado 20-05-20 e após 30 dias adubação com 123 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrato de amônio (32% de N) (Figura 4).



Figura 4. Detalhe do plantio de mudas no campo.

#### **4.2. Características avaliadas no campo**

As avaliações de crescimento foram realizadas mensalmente, durante o período de um ano e meio (março de 2018 a julho de 2020). As seguintes características foram avaliadas: Altura da planta (medida com uma régua do nível do solo até o ponto de inserção da gema terminal, em centímetros), diâmetro de caule (medido com o auxílio de um paquímetro mm), quantidade de gemas germinadas, peso e quantidades de raízes por planta (balança kg) e a presença ou ausência de fibras esclerificadas no interior da raiz tuberizada. Adicionalmente, foi realizado o processo de cozimento das raízes provenientes das plantas oriundas de diferentes preparações de maniva semente. As porções de mandioca foram cozidas em 500 ml de água em fervura sem pressão, por trinta minutos. Antes do preparo para cozimento foram retiradas medidas de diâmetro total, casca, parte consumível e linha central esclerificada com a retirada de fotos do material e posterior análise no aplicativo IMAGEJ.

#### **4.3. Análises dos dados**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste de F, a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os pressupostos de normalidade e homogeneidade foram analisados previamente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dispostos nos gráficos da Figura 6 fornecem alguns indicativos importantes. Observa-se que na produção de mudas a condição de luz e o substrato são determinantes para o desenvolvimento das brotações, porém menos importante do que o método de preparação da maniva.

As manivas que foram mantidas inteiras apresentaram melhor desenvolvimento de brotos independente da condição de luz e substrato. Enquanto que manivas partidas e com remoção do tecido medular apresentaram uma dependência maior do substrato e condição de luz para expressar as melhores repostas de crescimento. Neste caso, o tecido medular parece ser o modulador das respostas de crescimento. A ausência da medula na maniva associado à condição de sombreamento e ao substrato estéril vermiculita praticamente inviabilizaram as brotações. Sugere-se que a quantidade de energia armazenada nos demais tecidos externos a medula não foi suficiente para garantir a constituição de brotações vigorosas após enraizamento ou mesmo o enraizamento.

Quando se observa as respostas de desenvolvimento das brotações provenientes de manivas partidas em que a medula foi mantida de forma parcial a resposta de crescimento no substrato estéril vermiculita foi semelhante às medidas apresentadas para manivas inteiras e bem superiores as apresentadas para manivas inteiras sem medula (Figura 6), reforçando a indicação da medula como modulador da resposta de crescimento das brotações.

Ademais, observa-se que na condição de sombreamento o estabelecimento das mudas foi mais dependente da forma de preparação da maniva e do substrato. Nas condições de pleno sol não se observa alterações de crescimento, independente das preparações das manivas. Embora exista uma tendência de melhor desenvolvimento na associação do substrato orgânico com a vermiculita. Estes proporcionaram maior disponibilidade de água e nutrientes para planta, além de manter a umidade da maniva por permanecerem com umidade maior durante os intervalos de irrigação, mostrando-se mais adequados para prática de produção de mudas de mandioca.

Um resultado intrigante foi a melhor resposta de crescimento de brotações de manivas sem o tecido medular, semeadas na condição de sombreamento e associados com substrato orgânico puro e/ou mistura com vermiculita (Figura 5). Acredita-se que este

procedimento promove uma antecipação da brotação e do enraizamento e conseqüentemente a maior demanda de nutrientes e água para a continuidade do desenvolvimento. Na condição de pleno sol esta demanda é compensada inicialmente pela produção fotossintética das brotações e da energia armazenada nos demais tecidos da maniva, a qual não é exaurida na mesma velocidade que ocorre nas condições de sombreamento. Neste caso, o sombreamento pode configurar um fator de estresse à produção de mudas de mandioca. Estas afirmações são reforçadas pelas respostas de crescimento inicial das brotações no substrato estéril vermiculita na condição de pleno sol para manivas com ausência de medula.

A mandioca apresenta rusticidade, mas também apresenta características que dificultam a sua propagação em larga escala num curto intervalo de tempo. Dentre estas características destaca-se a baixa taxa de multiplicação, o modo de propagação vegetativo associado com problemas fitossanitários e de produtividade e a impossibilidade de armazenamento de manivas por períodos superiores há 90 dias. Este último agravado nas regiões semiáridas, em que a colheita da mandioca é realizada nos meses mais secos. Condições que dificultam a utilização das manivas disponibilizadas para plantio. Estas permanecem no campo e perdem parte da viabilidade e vigor (Santos et al. 2009) até o início do plantio com o retorno das chuvas.

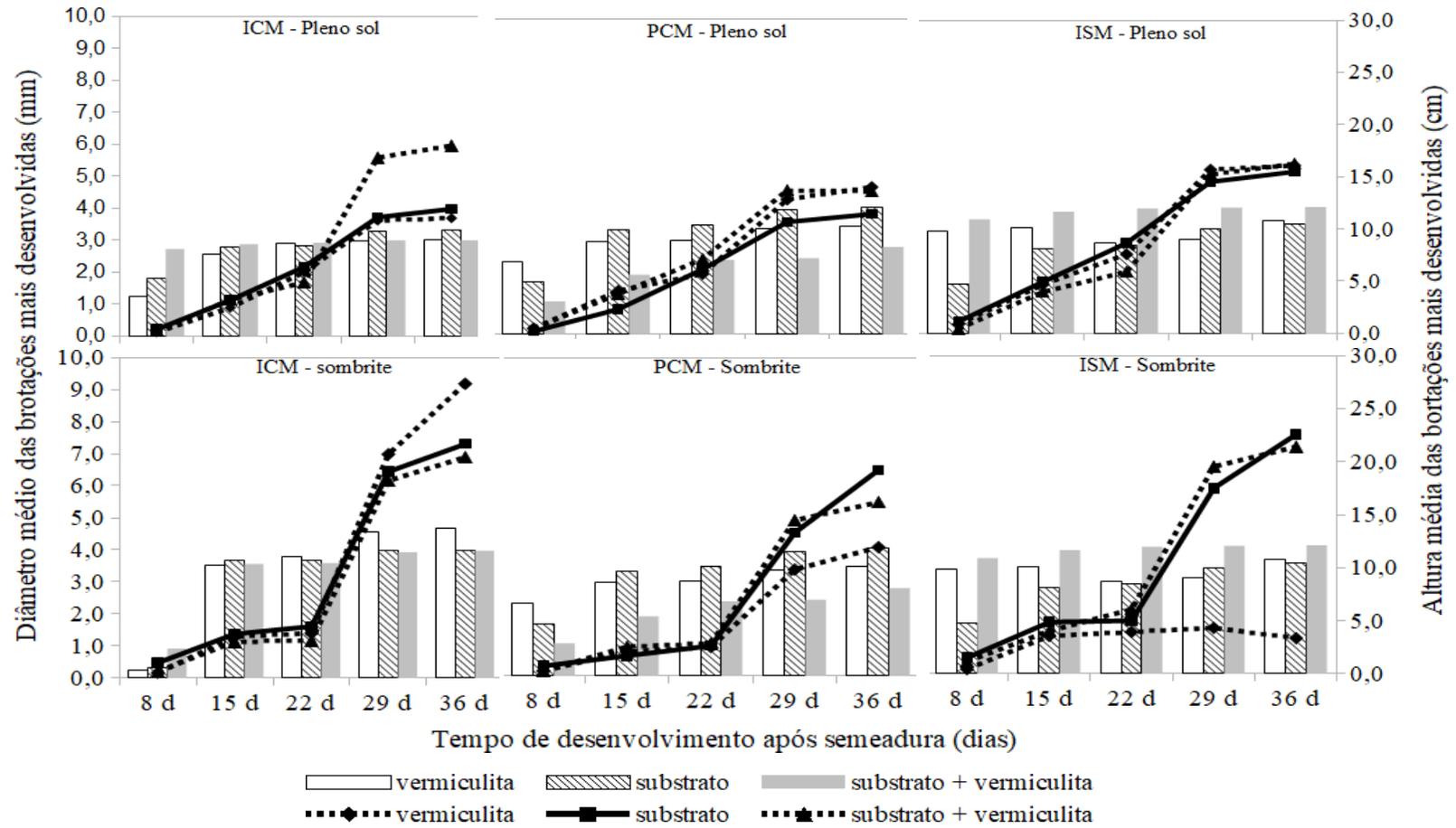


Figura 5. Valores médios de diâmetro (representação em barras) e altura (representação em linhas) das brotações mais desenvolvidas em resposta aos diferentes métodos de preparações de maniva semente, tipo de substrato e condições de luz para formação das mudas de mandioca de mesa em tubetes.

Tabela 2- Valores de quadrado médios de altura do broto (cm), germinação (mm), diâmetro do broto (mm) e número de brotação proveniente de mudas produzidas em ambiente de pleno sol.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Altura do broto (cm)	Germinação (mm)	Diam. Do Broto (mm)	Número de brotação
Mudas	2	87.71NS	156.75NS	5.08*	3.44*
Substrato	2	84.63NS	3.72NS	0.72*	0.77*
Mudas*Sub	4	52.22*	48.13*	1.04NS	0.38NS
Erro	99	20.60	6.43	0.63	0.34
CV (%)		32,01	12,66	43,95	28,58

NS: não significativo ao nível de variância de 5% no teste de Tukey.

\* não significativo ao nível de variância de 5% no teste de Tukey.

\*\* significativo ao nível de variância de 5% no teste de Tukey

Tabela 3- Valores médios de altura do broto (cm), para condição de pleno sol para diferentes preparações de manivas: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) em relação a formulação de substrato: Substrato orgânico, vermiculita e mistura de ambos os substratos orgânicos mais vermiculita.

Tipo de Muda	Substrato	Formulação de substrato		Média
		Vermiculita	Substrato + Vermiculita	
PCM	11,40aA	13,96abA	13,55aA	12,98
ICM	11,91aB	11,07bB	17,86aA	13,62
ISM	15,49aA	16,08aA	16,25aA	15,94
Média	12,94	13,71	15,89	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Tabela 4 - Valores médios de diâmetro das brotações (mm) para condição de pleno sol para diferentes tipos de maniva: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) em relação ao tipo de formulação de substrato: Substrato, vermiculita e mistura substrato orgânico mais vermiculita.

Tipo de Muda	Tipo de Formulação de Substrato			Média
	Substrato	Vermiculita	Substrato + Vermiculita	
PCM	1,892 b A	1,956 b A	2,083 a A	1,977
ICM	1,696 b B	1,727 b B	2,008 a A	1,810

ISM	2,434 a A	2,229 a AB	2,013 a B	2,225
Média	2,007	1,970	2,034	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Tabela 5 – Tipo de formulação de substrato na condição de pleno sol com análise das variáveis germinação (mm) e número de brotações para as diferentes preparações de maniva.

Formulação de substrato	Variável analisada	
	Brotação iniciada	Número de brotações
Substrato	2,53 b	1,16 a
Vermiculita	2,72 ab	1,38 a
Substrato + Vermiculita	3,08 a	1,44 a

Médias seguidas por mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Tabela 6 – Preparação de manivas para desenvolvimento das mudas em pleno sol: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) com análise de variáveis germinações (mm) e número de brotações (brotações).

PCM	2,48 b	1,00 b
ICM	2,67 b	1,38 a
ISM	3,18 a	1,61 a

Médias seguidas por mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05

Os resultados da análise de variância constataram que ocorreram diferenças significativas para a interação nas variáveis alturas de brotações (Tabela 2) e diâmetro das brotações (Tabela 3). Para as variáveis brotação iniciada e número de brotações (Tabela 4 e 5) ocorreram apenas diferenças significativas com relação aos tipos de preparações de maniva e tipos de formulação de substrato. Quando comparadas as médias pelo teste de Tukey a 5 %, foi possível identificar (Tabela 2) sobre a variável altura de broto (cm) na formulação de substrato (plantmax) e a mistura 1:1 não ocorreu interação significativamente entre os tipos de mudas, na formulação vermiculita pode-se observar que a preparação ISM foi superior ao ICM com um incremento de 5,01 cm. Para altura de broto os preparos das mudas PCM e ISM não se diferenciaram sobre o tipo de formulação, já ICM foi superior quando colocada na formulação substrato+vermiculita. Quando se compara a variável

de diâmetro de brotações (mm) (Tabela 3), na formulação de substrato orgânico e também a vermiculita tiveram a preparação de mudas ISM com um incremento de 0,640 mm e 0,387mm respectivamente. Já na formulação mistura 1:1 não houve diferença significativa. Para diâmetro de brotação as mudas de preparação tipo PCM não houve diferença entre as formulações, no preparo de ICM em formulação de mistura 1:1 teve uma media superior em relação às demais formulação com um incremento de 0,296mm e os mudos tipos ISM obteve-se um substrato orgânico superior ao misturado com incremento de 0,421mm.

Para a variável brotação iniciada (Tabela 4) a formulação mistura 1:1 foi superior em relação ao substrato orgânico com um incremento de 0,455 mm de germinação, jána variável número de brotações não se diferiram significativamente. Na (Tabela 5) os tipos de muda ISM foi superior ao PCM com um incremento de 0,605 mm de germinação e na variável numero de brotações ocorreu uma interação onde a ISM foi superior ao preparo do tipo PCM com um incremento de 0,495.

Tabela 7- Tabela com valores de quadrado médios de altura do broto (cm), germinação (mm), diâmetro do broto (mm) e número de brotação proveniente de mudas produzidas em ambiente de sombrite.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Altura do broto (cm)	Germinação (mm)	Diam. Do Broto (mm)	Número de brotação
Mudas	2	254.55**	5.60**	3.03NS	2.00**
Substrato	2	102.95*	0.52*	3.03NS	1.00*
Mudas*Sub	4	60.72NS	1.50NS	44.17*	0.74NS
Erro	99	28.19	0.71	4.97	0.40
CV (%)		27,94	26,08	10,60	40,98

NS: não significativo ao nível de variância de 5% no teste de Tukey.

\* significativo ao nível de variância de 5% no teste de Tukey.

\*\* significativo ao nível de variância de 5% no teste de Tukey

Tabela 8 – Tipo de mudas em condição de sombrite para as preparações de maniva Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) com análise de variável altura de brotações (cm), geminação e número de brotações (brotações.).

Preparação da maniva	Variável analisada		
	Altura do broto	Brotação iniciada	Número de brotação
PCM	15,94b	2,77b	1,30b
ICM	20,31a	3,44a	1,55ab
ISM	20,75a	3,47a	1,77a

Médias seguidas por mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05

Tabela 9 – Tipo de formulação de substrato em sombrite com análise de variável altura de brotações (cm), germinação e número de brotações (brotações).

Formulação de substrato	Variável analisada		
	Altura do broto	Brotação iniciada	Número de brotação
Substrato	20,40a	3,24a	1,72a
Vermiculita	17,12b	3,10a	1,38a
Substrato + Verm	19,48ab	3,34a	1,52a

Médias seguidas por mesma letra não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05

Tabela 10- Tabela com valores médios de diâmetro do broto (mm) em condição de sombrite para os tipos de maniva: Partida com Medula (PCM), Inteira com Medula (ICM) e Inteira sem Medula (ISM) em relação ao tipo de formulação substrato: Substrato orgânico, vermiculita e mistura de substrato orgânico mais vermiculita.

Tipo de Muda	Tipo de Formulação			Média
	Substrato	Vermiculita	Subs + Verm	
PCM	2,521 aA	1,947aB	1,926aB	2,132
ICM	2,521 aA	1,945aB	1,857aB	2,108
ISM	2,094 bA	2,097aA	2,030aA	2,074
Média	2,379	1,997	1,938	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Na (Tabela 6) em altura do broto, germinação e número de brotação pode-se observar que o preparo de muda ISM foi diferente significativamente em relação a PCM com um incremento de 4,59 (cm), 0,685 (mm) e 0,47 respectivamente. Já na (Tabela 7) pode-se observar que na variável altura do broto a formulação substrato orgânico foi superior em relação a vermiculita com 3,21 cm de incremento, nas variáveis brotação iniciada e número de brotação não se diferiram em relação ao teste de Tukey com 5% de probabilidade, sendo estatisticamente iguais. Quando comparadas as médias pelo teste de Tukey a 5%, foi possível identificar (Tabela 8) sobre a variável diâmetro do broto, na formulação de substrato, (plantmax) ocorreu uma diferença significativamente entre PCM e ISM onde a PCM se destacou com um incremento de 0,427 mm, já as formulações vermiculita e mistura 1:1 não se diferiram entre si. Em relação aos tipos de preparo de mudas, o preparo PCM em substrato orgânico teve um valor de incremento de 0,584 mm em relação as demais formulações, no preparo ICM um incremento de 0,620 mm sobre substrato orgânico e mistura 1:1 e no preparo ISM não se teve interação significativamente. Para altura de broto os preparos das mudas PCM e ISM não se diferenciaram sobre o tipo de formulação, já ICM foi superior quando colocada na formulação substrato+vermiculita.

Ao se observar as mudas em diferentes ambientes pode se perceber que há uma diferença entre os dois onde sob sombrite (em condições de sombra) as mudas desenvolveram uma maior parte aérea. A emergência das brotações foi de uma alta confiabilidade já que foram utilizadas

manivas de 12 cm e em media duas gemas. Saldanha (2012) cita que as manivas devem ser padronizadas de vinte a trinta centímetros de comprimento e com a presença de cinco a sete gemas.

### 5.1 Resultados Colheita

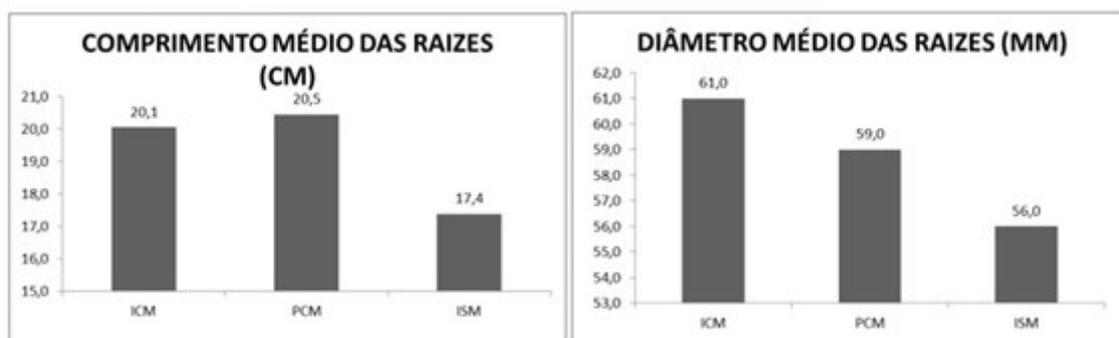


Figura 6. Valores médios de comprimento médio das raízes (cm) e diâmetro médios das raízes (mm) colhidas das mudas provenientes dos diferentes métodos de preparação da maniva.

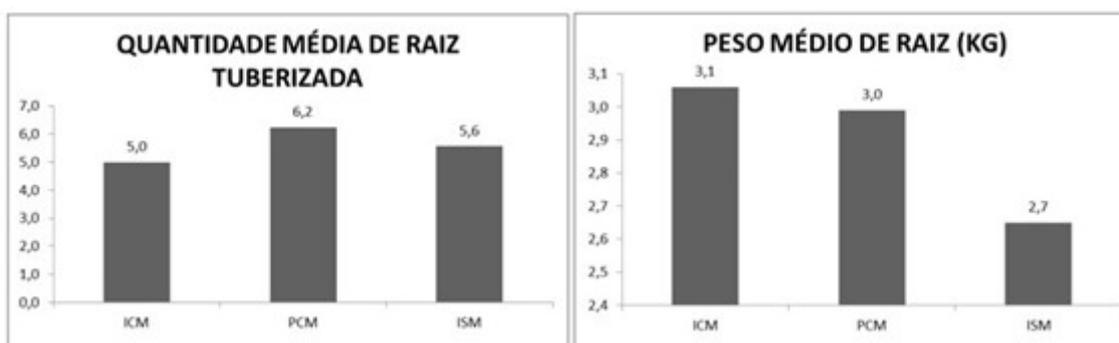


Figura 7. Valores médios de quantidade média (brotações) de raízes tuberizadas e peso médio (kg) das raízes provenientes de mudas produzidas a partir de diferentes preparações de maniva.

Tabela 11- Tabela com valores de quadrado médios de quantidade de raiz (brotações), comprimento de raiz (cm), diâmetro do broto (mm) e peso de raiz (kg) provenientes de mudas produzidas a partir de diferentes preparações de maniva.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Qntd. Raiz	Comp. Raiz (cm)	Diam. Raiz (mm)	Peso Raiz (kg)
Mudas	2	6.17 NS	11.86 NS	2.13 NS	0.43 NS

Erro	45	3.99	26.89	1.38	3.53
CV (%)		29.77	22.41	16.73	54.06

NS: não significativo ao nível de variância de 5%.

Os resultados da análise de variância (Tabela 11) não evidenciaram diferenças significativas para quantidade de raiz, comprimento (cm), diâmetro (mm) e peso (kg) quando comparado às produções para mudas provenientes dos diferentes métodos de preparação da maniva/mudas.

A retirada da medula possibilitou produção de mudas de alturas maiores, mas com crescimento menor no campo e conseqüente menor produtividade para tempo de colheita estabelecido. No entanto, o número de raízes foi maior que em manivas com medula. Dessa forma, o tempo de colheita para este tipo de preparação de maniva precisará ser ampliado para atingir produtividade superior.

No entanto, o padrão de mercado para raízes direcionadas para o consumo in natura tem que ser observado, como o padrão uniforme de tamanho das raízes, tempo de cozimento (menor que 30 minutos) e tempo de conservação pós colheita (EMBRAPA, 2013). Dentre os três tipos de mudas a produção que melhor se encaixa no padrão comercial para o consumo in natura é a proveniente de muda da preparação de maniva ISM, por apresentar menor tamanho, sendo este o parâmetro mais relevante na escolha das raízes para o consumo in natura.

Para o consumo em grande escala (produção de farinha e alimentação de animais), a questão que se avalia é o tamanho e peso das raízes (Embrapa, 2003), sendo assim as produções provenientes de mudas das preparações de maniva ICM e PCM se encaixam melhor para esse tipo de consumo.

## 5.2 Resultados IMAGEJ

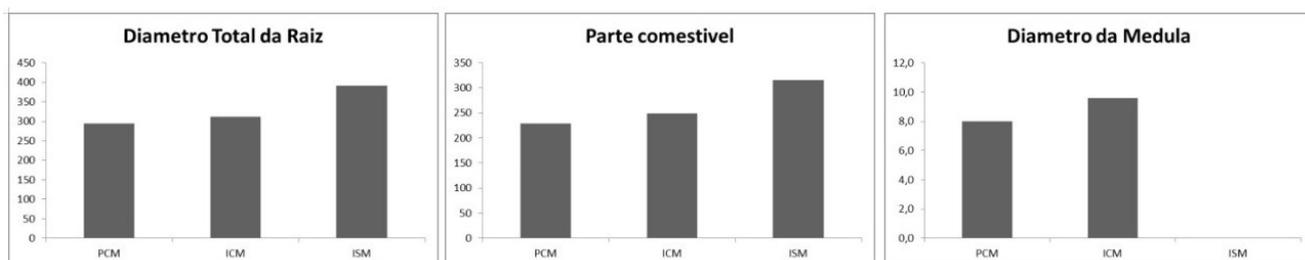


Figura 8. Gráficos com valores dos tipos de manivas em relação a diâmetro total (direita), parte consumível da mandioca (centro) e diâmetro da medula (esquerda) em mm.

Medidas realizadas com aplicativo IMAGEJ permitiu identificar que as raízes tuberculizadas de mudas provenientes de preparações de maniva ISM apresentaram um maior

diâmetro de raiz 391,08 mm e conseqüentemente maior parte de consumível 315,6 mm de diâmetro e 75,58 mm de casca, evidenciando intensa atividade cambial. Para as raízes de plantas originadas de manivas com preparação PCM observou-se o menor valor tanto de diâmetro geral 293,67 mm, quanto de parte de interesse 229,3 mm. Além disso, apresentou 8,0 mm de tecido medular esclerificado no centro da raiz tuberizada. As raízes provenientes da preparação de manivas ICM apresentaram diâmetro geral 311 mm e 9,6 mm de tecido medular central esclerificado e um diâmetro consumível de 249,68 mm e se destacou uma casca mais fina com espessura de 14 mm.

Pode-se dizer que a ICM foi considerada através da análise do IMAGEJ a pior tipo de preparação quando se considera a qualidade da mandioca de mesa. Neste tratamento ocorreu o maior valor de espessura do cordão central esclerificado, que ao padrão comercial não é muito agradável para o consumidor em se tratando de mandioca para mesa em consumo in natura. Porém pode ser um material interessante na produção de casca para alimentação animal.

### 5.3 Resultados Pós Cozimento



Figura 9. Imagem com placas de mandiocas pré-cozida (esquerda) e pós-cozimento (direita).

O tempo de cozimento culinário é uma característica decisiva na seleção de novos manejos com a finalidade para uso culinário, seja porque envolve gasto de energia ou por estar correlacionada com o padrão de massa gerada. Normalmente, verifica-se uma tendência de que as raízes que apresentaram menor tempo de cozimento geram melhor padrão de massa cozida (Lorenzi, 1994). Além disso, fatores tais como tipo de solo, época de colheita e idade das plantas

de mandioca influenciam no tempo de cozimento das raízes tuberosas (Lorenzi, 1994). Constatou-se que as raízes provenientes das mudas oriundas de preparações de maniva PCM apresentou um cozimento mais rápido seguido pela ISM e posteriormente ICM. O padrão esperado para o cozimento é que seja o mais breve possível. As raízes oriundas do preparo de maniva PCM enquadrando-se como um material de bom cozimento, segundo escala de classificação proposta por Pereira et al. (1985).

As raízes provenientes de mudas de preparações manivas PCM proporcionaram um cozimento acelerado em relação às demais preparações de manivas. Neste quesito, poderia ser considerada a melhor forma de preparação da maniva, porém apresenta o inconveniente de formação de cordão central esclerificada. Em termos de qualidade de mandioca para mesa destacam-se as raízes provenientes de mudas com preparação da maniva removendo-se o tecido medular (ISM) com o segundo menor tempo de cozimento e com a vantagem de não apresentar cordão central esclerificado evidente.

## 6. CONCLUSÃO

Na produção de mudas em tubetes deve-se priorizar o sombreamento inicial e utilização da formulação de substrato orgânico e vermiculita 1:1, principalmente se adotado o preparo da maniva com a retirada do tecido medular ou partindo-se a maniva ao meio.

A metodologia de preparo de maniva partidas ao meio pode representar economia de material de propagação e possibilidade de ampliação de áreas de cultivo sem perda de produtividade.

A metodologia de retirada de o tecido medular da maniva possibilita melhor qualidade de raiz tuberizada, evidenciada pela manutenção de tamanho e tempo de cozimento adequado para mandioca de mesa e ausência da formação de cordão central esclerificado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultura em foco. **Cultivo da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)** Cont, Janeiro 2012. Disponível em: <<http://agriculturainfoco.blogspot.com/2012/01/cultivo-da-mandioca-mani-hot-esculenta.html?m=1>> Acesso em 01 de maio 2020.

BOERBOOM, B.W.J. A model of dr matter distribution in cassava (*Manibot esculenta* Crantz). **Netherlands Journal Of Agricultural Science**, Wageningen, v.26, p.267-277, 1978.

CONAB- **Companhia Nacional De Abastecimento. Analise mensal.** Março 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/-Administrador-/Downloads/MandiocaZ-ZAnaliseZMensalZ-ZMar>

coZ-Z2020.pdf> Acesso em 29 de abril 2020.

EMATER-MG. **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural** <<http://www.emater.mg.gov.br/>> Acesso em 15 de maio 2020.

EMBRAPA. **Embrapa mandioca e fruticultura**. Disponível (2016) em <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura> > Acesso em 06 de maio 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization. **La economia mundial de la yuca**. Roma:FAO/FIDA, 2000. P 80-83. FAO. Statistical datas: <http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl> (24 Apr.2003)

GONÇALVES, V. Plantio de mandioca – Guia de etapas com tudo sobre o cultivo. **In Novo Negocion**, 2016.

LEOTARD, G.; DUPUTIÉ, A.; KJELLBERG, F.; DOUZERY, E. J. P.; DEBAIN, C.; GRANVILLE, J. J. de.; MCKEY, D. **Phylogeography and the origin of cassava: New insights from the northern rim of the Amazonian basin**. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.53, p.329-334, 2009.

LORENZI, J.O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**,v.53, n.2,p.237-245, fev. 1994.

MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; MALUF, D.E. Zoneamento Agroclimático da Mandioca no Estado do Rio Grande do Sul – Uma alternativa para a produção de etanol. Porto Alegre: FEPAGRO, 2011. **BOLETIM FEPAGRO**, n. 22, 60p.

MATTOS, P. L; GOMES, J. C. O cultivo da mandioca. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e fruticultura**, 2000. 122p. (Circular Técnica, 37).

MORAES-DALLAQUA, M. A. de.; CORAL, D.J. Morfo-anatomia. In: CEREDA, M. P. (Coord). Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas. **Fundação Cargill**. São Paulo: 2002. 540p. (serie: culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas,2).

Morfologia e Fenologia Da Mandioca. *Manihot esculenta* Subsp esculenta. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/111185109/Morfologia-e-Fenologia-Da-Mandioca> > Acesso em 03 de maio 2020.

PEREIRA, A.V. *et al.* Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandiocademesa. **Rev. Bras. Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, p. 2732, 1985.

RAMANUJAM,T.Effect of moisture stress on photosynthesis andproductivity of cassava. **Photosynthetica**, Praga, v.24, p.217-224, 1990.

SALDANHA B. V. **Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação**. < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/348052/1/AP2002raizesmandiocaminimamenteprocessadas.pdf>> Acesso em 15 de setembro de 2020.

SANTOS, V.S. Multiplicação rápida, método simples e de baixo custo na produção de material propagativo de mandioca. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas, 2009.

SEBRAE. **A rama da mandioca na alimentação**. Disponível em <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-rama-da-mandioca-na-alimentacao,a71a36627a963410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acessado em 18 de julho de 2020

SILVA JÚNIOR, A.A.; GIORGI, E. *Substratos alternativos para a produção de mudas de tomate*. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 23 p. **Boletim Técnico**, 59.

SOUZA, da S. S. Seleção de material de plantio. In: MATTOS, P. L. P de. e GOMES, J de. C. (Coord.). O cultivo da mandioca. **EMBRAPA Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas, BA: Circular Técnica Nº. 37. 2000. p. 22 a 25

TANAKA, R.T.; ROCHA, B.V. da; CORREA, H.; GUEDES, G.A.A.; ANDRADE, A.M.S. Estudo sobre aplicação de diferentes níveis de fósforo, potássio e calagem na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE MANDIOCA, 1., Salvador, Ba, 1979. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DID/SBM, 1981. v.1, p.307-315

TERNES, M. Fisiologia da planta. In: CREDA, M.P. (Coord). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: fundação Cargil, 2002. 540p. (Serie: culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, 2).