

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES  
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO HIDROPÔNICO NO  
ENRAIZAMENTO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE MANDIOCA**

**JÚNIOR JUNQUEIRA CAMPOS**

**GOIÂNIA  
2023**

JUNIOR JUNQUEIRA CAMPOS

**AVALIAÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO HIDROPÔNICO NO  
ENRAIZAMENTO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE MANDIOCA**

Artigo apresentado como requisito parcial para a composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-GO.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos


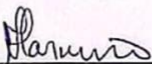

Goiânia

2023

JUNIOR JUNQUEIRA CAMPOS

## AVALIAÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO HIDROPÔNICO NO ENRAIZAMENTO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE MANDIOCA

### BANCA EXAMINADORA

	Documento assinado digitalmente LUIZ CARLOS BARCELOS Data: 21/06/2023 11:21:10-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>
<hr/>	
Prof. Dr. Luiz Carlos Barcellos Pontifícia Universidade Católica de Goiás	
	
<hr/>	
Dr <sup>a</sup> Maurízia de Fátima Carneiro EMATER – GOIÁS	
	Documento assinado digitalmente ROBERTA PAULA DE JESUS Data: 22/06/2023 13:24:39-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>
<hr/>	
Prof. Dr <sup>a</sup> Roberta Paula de Jesus Pontifícia Universidade Católica de Goiás	

GOIÂNIA

2023

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me guiar neste percurso acadêmico. À honra de ter meus pais, Théofilo e Suerlene, sempre me apoiando e que dividiram comigo mais essa conquista.

A felicidade em poder contar com inúmeras pessoas ao longo da minha jornada, e que cada um pôde pertencer eficazmente e contribuir com minha graduação. É importante ressaltar e agradecer à minha instituição de ensino que promoveu recursos e equipe técnica para concluir o curso de Agronomia com mérito.

Ao longo de todo o percurso tive o pilar essencial para minha formação. À minha psicóloga Ana Rogéria, eu deixo meu maior agradecimento por ter sido tão profissional e competente durante estes anos juntos.

Agradecimento aos meus amigos, em especial Fernanda Keller, Pedro Pazini, Ana Lúcia Alves, Rayslla Quintanilha, Isadora Garcia, Geraldo Cordeiro, Jennifer Oda e muitos outros que se fizeram presentes e me apoiaram sempre nesta luta.

Ao André Luiz, obrigado por ser tão companheiro e gentil comigo. Você foi essencial para minha formação hoje.

Por fim, agradeço ao meu orientador de pesquisa Doutor Luiz Carlos Barcellos por não ter medido esforços em produzir comigo este trabalho.

É com gratidão que finalizo esta etapa!

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho eu dedico aos meus apoiadores durante todo o processo de pesquisa. Em especial a minha equipe de trabalho na EMATER Goiás. A Doutora Maurízia de Fátima Carneiro gostaria de agradecer por ter desenvolvido em mim um senso mais crítico e visão científica com sua expertise e profissionalismo. À Isadora Garcia, Acrísio, Regina Célia e Joyce Almeida, dedico etapas da minha pesquisa na qual me guiaram e fizeram tudo ser mais tranquilo. Vocês me acompanharam diariamente e não mediram esforços em inúmeras ajudas. Saibam que com vocês eu pude ser melhor a cada dia e formaram o profissional que sou hoje.

Dedico essa pesquisa a minha grande amiga Silvia Borges, companheira de trabalho no Laboratório de Cultura de Tecidos da EMATER, que hoje luta contra o câncer e que com fé em Deus, vencerá essa batalha árdua.

## AVALIAÇÃO DO NITRATO DE AMÔNIO HIDROPÔNICO NA PRODUÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE MANDIOCA

### EVALUATION OF HYDROPONIC AMMONIUM NITRATE IN ROOTING OF MICROPROPAGATED CASSAVA SEEDLINGS

JUNIOR JUNQUEIRA CAMPOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

#### RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) possui aspectos comerciais importantes no Brasil. O carboidrato em suas raízes é fonte primária para inúmeras utilizações e produtos, no entanto, a propagação de suas mudas é vetor de transmissão de doenças presentes no solo e na própria planta afetada. Como meio de evitar a disseminação de doenças por meio de mudas de mandioca, a micropropagação é a solução para fornecimento ao produtor rural de plantas saudáveis e mais produtivas. Mudas micropropagadas apresentam maior custo de produção, principalmente em função do emprego do Nitrato de Amônio P.A. O objetivo do trabalho foi validar a substituição do Nitrato de Amônio P.A., pelo Nitrato de Amônio Hidropônico no enraizamento de mandioca *in vitro*. Ambos são fontes de nitrogênio para plantas estabelecidas *in vitro*, porém com purezas químicas diferentes. As variáveis analisadas foram número de folhas (NF), número de entrenós (NE), número de raízes (NR), altura de planta (AP) e a mortalidade dos explantes de mudas de mandioca micropropagadas. O experimento foi estabelecido com delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos compostos pela aplicação das doses correspondentes à 1,65 g L<sup>-1</sup> do Nitrato de Amônio P.A., e os demais com doses de 2,38 g L<sup>-1</sup>, 4,75 g L<sup>-1</sup> e 7,12 g L<sup>-1</sup>, do Nitrato de Amônio Hidropônico. O nitrato de amônio hidropônico apresentou equidade como o nitrato de amônio PA, qualificando como fonte de fornecimento de nitrogênio para a planta de mandioca *in vitro*.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, micropropagação e custo de produção.

## ABSTRACT

The cassava (*Manihot esculenta* Crantz) has important commercial aspects in Brazil. The carbohydrate in its roots is a primary source for numerous uses and products, however, the propagation of its seedlings is a transmission vector of diseases present in the soil and in the affected plant itself. As a means of preventing the spread of diseases through cassava seedlings, micropropagation is the solution for providing rural producers with healthy and more productive plants. Micropropagated seedlings have a higher production cost mainly due to the use of Ammonium Nitrate P.A. The objective of this work was to validate the replacement of Ammonium Nitrate P.A. by Hydroponic Ammonium Nitrate in cassava seedlings rooting. Both are nitrogen sources for plants established in vitro, but with different chemical purities. The analyzed variables were number of leaves (NF), number of internodes (NE), number of roots (NR), plant height (AP) and mortality of explants of micropropagated cassava seedlings. The experiment was established with a completely randomized design, with treatments consisting of the application of doses corresponding to 1.65 g L<sup>-1</sup> of Ammonium Nitrate P.A, and the others with doses of 2.38 g L<sup>-1</sup>, 4.75 g L<sup>-1</sup> and 7.12 g L<sup>-1</sup>, from Hydroponic Ammonium Nitrate. Hydroponic Ammonium Nitrate showed equity as Ammonium Nitrate P.A., qualifying as a source of nitrogen supply for the cassava plant in vitro.

*Keywords: Manihot esculenta Crantz, micropropagation and production cost.*

**SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
2.1	A CULTURA DA MANDIOCA.....	11
2.2	BOTÂNICA E MORFOLOGIA.....	12
2.3	PRODUÇÃO DE MUDAS.....	13
2.4	MICROPROPAGAÇÃO VIA CULTURA DE TECIDO.....	14
2.4.1	Custos da Micropropagação.....	15
2.5	FONTES NITROGENADAS.....	16
2.5.1	Nitrato de Amônio Hidropônico.....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>30</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A micropropagação de mandioca é uma opção de multiplicação de genótipos favoráveis a produção. Silva *et al.* (2020), ressaltam que esta técnica promove a sua conservação genética. O processo é realizado em laboratório de Cultura de Tecidos, seguindo padrões para a produção em larga escala de mudas sadias. Dentre as limitações desta técnica, temos o alto custo de produção, no qual é gerado pela necessidade de utilização de fontes químicas puras para o fornecimento nutricional da planta *in vitro*.

A produção de mudas micropropagadas possibilita a produção durante todo o ano, o desenvolvimento de variedades mais produtivas e de plantas livres de patógeno, mas este processo é complexo e oneroso. Santos *et al.* (2009), descrevem o uso de manivas para a reprodução da mandioca nas áreas cultivadas pela maioria dos produtores, porém, nesta condição a produtividade pode ser baixa e a transmissão de patógenos e pragas é realidade. Neste viés, estudos se tornam necessários para que se encontrem meios de reduzir os custos de produção de mudas micropropagadas. O objetivo desta redução é oferecer ao produtor rural, de pequeno e médio porte, o acesso à mudas de mandioca geneticamente selecionadas a partir da micropropagação.

Uma das alternativas para redução dos custos do processo produtivo de uma muda de mandioca micropropagada é o uso de produtos comerciais em substituição aos produtos puros laboratoriais. As fontes de nutrientes utilizadas são em sua maioria de custo elevado e de difícil aquisição. Especificamente em se tratando do Nitrato de Amônio – fonte de nitrogênio fornecida à planta, este é regulamentado por órgãos militares e sua aquisição é complexa por ser um produto altamente inflamável e explosivo. Vários estudos já validaram a utilizaram de fontes alternativas, Pinto *et al.* (2021), estudaram a substituição do Nitrato de Amônio puro por uma fonte de nutriente comumente utilizada em hidroponia, objetivando o mesmo fornecimento de nitrogênio para a planta cultivada *in vitro*, onde foi analisado diferentes dosagens do produto comercial para que se garantisse a mesma disponibilidade de nitrogênio à planta.

Nesta circunstância, pesquisadores têm realizado trabalhos no intuito de validar diferentes fontes de nutrientes, visando a redução do valor final de mudas de mandioca

micropropagadas. Esta técnica proveria produtores e extensionistas rurais da possibilidade de cultivar áreas com mudas de mandioca livres de doenças e de produtividade elevada. Portanto, objetivou-se com a pesquisa identificar um produto comercial hidropônico como fonte alternativa de nitrogênio, capaz de substituir o Nitrato de Amônio no enraizamento de mudas de mandioca.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DA MANDIOCA

Originária do Brasil Central, a mandioca – *Manihot esculenta* Crantz, era uma espécie cultivada pelos povos nativos da América do Sul, antes mesmo de sua colonização (OTSUBO et al., 2004). Santos (2021) menciona que a mandioca é uma planta perene, de porte arbustivo, heliófila (necessita de intensa luz) e faz parte da família das euforbiáceas. O mesmo autor ainda elucida que o processo produtivo da mandioca tem expressa significância na comercialização de seus derivados no Brasil. A planta é aproveitada como um todo, sendo as folhas destinadas às diferentes culinárias regionais, o caule para a alimentação animal e as raízes, utilizadas para a produção de farinha, fécula, goma e para o consumo in natura.

Segundo a Conab (2022), o Brasil atingiu uma produção de 18,17 milhões de toneladas de raízes de mandioca em 2022. Grande parte dessa produção tem valor comercial alto para a exportação. No entanto, Santos et al. (2009), identificaram que seu processo de reprodução tem limitações, como a baixa taxa de multiplicação por meio das manivas-sementes. Estas hastes retiradas do caule da planta, conseguem obter apenas de 5 a 10 mudas por planta. Apesar de possuir semente, a mandioca é intensamente propagada apenas pelas manivas, no qual é verificado que ocorre a transmissão de patógenos e pragas, sendo uma realidade na sucessão destes clones. Como método de extinguir essa transmissão e ainda aumentar a taxa de propagação de mandioca, há a micropropagação por meio da cultura de tecido.

Vieira et. al. (2021), reforçam que a micropropagação ultrapassa as barreiras da produção sazonal, já que esta ocorre durante todo o ano, independente de condições externas. Os autores descrevem que, além do aumento da taxa de multiplicação, a técnica é intensamente benéfica para a seleção de características superiores durante o processo de clonagem de matrizes superprodutivas. Porém, devido aos altos custos de produção, Da Rocha et al (2021), afirmam que esta tecnologia é de difícil aceitação por parte dos produtores de determinadas regiões do Brasil.

## 2.2 BOTÂNICA E MORFOLOGIA

As características botânicas e agronômicas de uma cultivar ou banco de germoplasma é relatado por Silveiro & Schott (2011) como de suma importância para a implantação da cultura da mandioca. A seleção de cultivares, uso de matrizes futuras, parâmetros de melhoramento genético e a conservação de sua variabilidade, são motivos para que seja aderido cultivares de mandiocas reconhecidas e certificadas. Martins (1994) descreve que a variabilidade fenotípica é alta quando correlacionado aos caracteres morfológicos da mandioca. A atual espécie *Manihot sp.* surgiu devido seu processo evolutivo e de domesticação, no qual se conservou os genes válidos aos agroecossistemas e sua produção agronômica.

Guimarães *et al.* (2017), identificaram que os estudos botânicos voltados a mandiocultura, ainda seguem escassos, haja visto que é uma cultura de alto número de cultivares. Porém, Souza *et al.* (2006), relatam que embora seja uma espécie perene, cada variedade e região morfoclimática, determina o tempo médio de colheita das raízes. Em regiões dos Trópicos Úmidos, sua colheita é acelerada para 6 a 7 meses, porém em regiões mais secas ou frias, podem chegar de 18 a 24 meses. Sua germinação e crescimento ocorre por meio propagação vegetativa a partir de gemas caulinares, compostas por um meristema foliar individual.

A maioria das espécies possuem folhas com lóbulos lisos de diferentes formatos quanto ao limbo e na tonalidade verde ou roxa. São longamente pecioladas de disposição esterno-espiraladas. Quanto ao caule, é identificado majoritariamente plantas ramificadas de porte ereto ou horizontal. Ao longo do caule estão presentes as gemas que serão usadas na propagação de novas mudas, a partir das manivas-sementes. A altura da planta é também variável quanto a espécie, sendo em média de 1,30 a 3,60 metros. A polpa dos tubérculos radiculares pode ser na coloração amarelada ou branca (SILVEIRO & SCHOTT, 2011).

De acordo com Nunes *et al.* (2022), os tubérculos que fazem parte do sistema radicular da mandioca é a parte economicamente significativa, tanto na produção quanto no panorama de subprodutos. Este sistema tuberoso é responsável pelo acúmulo de amido e possui diferentes morfologias, como por exemplo a de formato cilíndrica, cônica,

fusiforme, entre outros. Todas estas variações irão influenciar na capacidade da variedade em armazenar carboidrato e conseqüentemente, determinar o seu potencial produtivo.

Seu desenvolvimento é descrito como de crescimento indefinido, no qual poderá variar seus estádios em caso de mudanças climáticas, de temperatura ou deficiência hídrica prolongada. Esta alternância ocorre entre o crescimento vegetativo, o reprodutivo – foco no armazenamento de carboidrato nas raízes, por fim, futura dormência em caso de estresse da planta. Dentre as etapas de desenvolvimento, a emergência da plântula ocorre de 5 a 15 dias após o plantio (DAP), o crescimento foliar e radicular de 15 a 90 DAP, desenvolvimento de ramos e folhas entre 90 e 180 DAP. A principal parte do processo produtivo e econômico é a translocação de carboidrato para as raízes, a qual ocorre entre 180 e 300 DAP. Por fim, a dormência ocorre em casos de variação de temperatura e chuva, finalizando o ciclo com 300 a 360 DAP (SOUZA *et al.* 2008).

### 2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS

Conceição (1979), descreve que durante todo seu processo de desenvolvimento, o produtor deve aproveitar o potencial reprodutivo da mandioca para identificar e selecionar hastes caulinares para o próximo plantio. Estas hastes se tornam mais lignificadas, lenhosas e vigorosas para uso reprodutivo durante a translocação de carboidratos. Porém, é após essa etapa morfológica da mandioca, que se faz ideal a colheita das manivas-sementes. Segundo Cavalcante (2001), esta colheita normalmente ocorre de 9 a 11 meses após o plantio e ressalta que é importante que o produtor faça o corte das manivas no terço médio da planta e posteriormente siga para os tratamentos culturais como o tratamento descontaminante, controle de cupins, formigas e ácaros.

A propagação vegetativa realizada através do caule, possui reduzida taxa de reprodução, quando comparada a outras culturas que se propagam por sementes. Aliado a este fator, a propagação via manivas é vulnerável a pragas, doenças, excesso de umidade e ressecamento solar. Por fim, dependendo da região onde o plantio é

conduzido, poderá ocorrer escassez de manivas-sementes, caso o vigor das plantas seja afetado por longos períodos de seca (CAVALCANTE, J. 2001).

Fukuda & Carvalho (2007) enfatizam que o emprego da maniva-semente para a propagação vegetativa possui alguns fatores limitantes, como a baixa taxa de multiplicação. Sendo ela uma produção média de 10 manivas de 20 cm por planta, durante todo o seu ciclo de vida. Outro fator que os autores identificaram são os sucessivos plantios de manivas oriundas da uma mesma matriz, o que facilita a transmissão de pragas e doenças entre gerações. Por fim, é possível validar que as manivas-sementes são facilitadoras de disseminação de doenças entre regiões e aquelas de características sistêmicas estarão sempre presentes nas manivas.

Apesar de todos os impasses que a produção de mudas via manivas apresenta, este segue sendo o método mais utilizado por produtores, devido seu baixo custo. Como alternativa para este sistema, há o método de micropropagação via cultura de tecido, o qual oferece altíssima taxa de multiplicação. Estudos avaliam que a taxa é em média de 5 mudas a cada 6 semanas por planta. Mudas estas que são livres de patógenos, mais vigorosas e selecionadas para maior produtividade. Porém, este método é de custo elevado, o que limita sua aceitação pelo mercado. (SOUZA *et al.*, 2008).

#### 2.4 MICROPROPAGAÇÃO VIA CULTURA DE TECIDO

Souza *et al.* (2008) relatam que a propagação vegetativa *in vitro*, objetiva fornecer uma maior produção de mudas por planta, incrementando a produtividade e propiciando excelentes condições sanitárias. Em estudos realizados com micropropagação em mandioca obteve-se sucesso com mais de 1.000 variedades. O processo empregado é de rápido resultado e elevado potencial de multiplicação. As mandiocas implantadas *in vitro* se nutrem via Meio de Cultura Murashige & Skoog (1962), o qual se mostra rico em todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetativo da planta.

A micropropagação é composta pela fase de subculturas, na qual é conduzida os subcultivos, objetivando alcançar a taxa de multiplicação mais elevada possível. O subcultivo é o nome da técnica de replicação clonal da planta estabelecida *in vitro*. No

caso da mandioca é necessário que a planta alcance um tamanho ideal com números de entrenós favoráveis, para que sejam seccionados em várias microestacas. O processo de subcultivo ocorre quando a planta alcança em média de 8 a 10 centímetros e possui de 3 a 4 folhas verdadeiras, normalmente na média de 75 dias após estabelecimento no meio de cultura (SOUZA *et al.*, 2008).

Segundo Vieira (2021), nas primeiras fases do processo de estabelecimento *in vitro*, a planta de mandioca demonstra a formação de calos. Estas estruturas são comuns, e são resultado da adaptação do explante em meio *in vitro*. Os calos ocorrem em sua maioria na base da microestaca e são de coloração esbranquiçada ou amarelada. Posteriormente, estes calos atuarão como condutores de nutrientes, do meio de cultura para a planta, assim como progenitores das futuras radículas.

#### 2.4.1 Custos da Micropropagação

De acordo com Vieira (2021), o custo total para a produção de mudas de mandioca micropropagadas é relativo. No entanto, a simples substituição da Sacarose Pura – P.A por Açúcar Cristal, reduz o custo de preparo de 1 litro do meio de cultura em aproximadamente 50%, já que no processo via micropropagação, a utilização de produtos químicos puros é o principal fator de custo.

Sato *et al.* (2001) descrevem que é importante avaliar diferentes dosagens destes nutrientes e fitoreguladores para que impeça o uso desacerbado destes compostos. Visto que há exigências nutricionais para cada cultivar, o que também reflete nos custos de produção. Schiehl, França e Biasi (2020), revelam que o custo final da produção de uma muda micropropagada é definido a partir destas doses, assim como do uso de determinados químicos P.A. Alguns destes produtos podem ser substituídos ou alterados em sua quantidade, objetivando a redução dos custos de produção.

O uso os produtos P.A e os fitoreguladores, compõem a base protocolar do meio de cultura. No entanto o protocolo de preparo do meio de cultura, geralmente pode ser adequado em função das necessidades laboratoriais, da espécie a ser implantada *in vitro*, das condições adaptativas, do sistema de produção clonal, entre outros fatores (SCHIEHL, FRANÇA E BIASI, 2020). Neste contexto, são necessários estudos voltados

para a substituição dos componentes do meio de cultura, para que o cultivo comercial *in vitro*, possa ser implementado com custos menores e com igual ou superior eficiência. Produtos comerciais são mais acessíveis e menos onerosos, os quais podem fornecer boas condições as plantas, independente do grau de pureza do produto (PINTO *et al.* 2021).

Estudos demonstram que os custos finais são os maiores limitadores para a aceitação dos produtores em adquirir mudas micropropagadas. Vale ressaltar que mesmo com tantos benefícios, os produtores preferem gerir lavouras utilizando os métodos mais convencionais com menor custo de implantação, mesmo que estas exijam altos custos com controle fitossanitário posteriormente. É importante salientar que a aquisição de mudas micropropagadas em algumas culturas mostram-se mais economicamente viáveis do que outras. Exemplo seria as culturas que fornecem filhotes ou sucessão reprodutiva após a implantação do matrizeiro na propriedade, na qual a mandiocultura se inclui (DUTRA, WENDLING e BRONDANI, 2009).

## 2.5 FONTES NITROGENADAS

No meio de cultura usado para a micropropagação, o protocolo MS (Murashige & Skoog) é o mais utilizado. A fonte de fornecimento principal de nitrogênio é obtida a partir do Nitrato de Amônio, no qual é absorvido em forma de  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) e  $\text{NH}_4^+$  (amônio). Sabe-se que o crescimento vegetativo e a diferenciação das células totipotentes e dos tecidos das plantas cultivadas *in vitro*, advém das concentrações deste composto. As fontes de nitrogênio são estudadas há anos objetivando sua substituição por fontes menos onerosas (VILLA *et al.*, 2009).

Estudos como o de Ferreira *et al.* (2012), identificam como fonte de fornecimento substituto de nitrogênio, a uréia. Apesar de possuir alta acidez e podendo causar fitotoxidez em algumas culturas *in vitro*, a substituição pode ser empregada dependendo da dosagem de uréia que será utilizada no meio de cultura. A uréia possui valor comercial muito inferior ao do Nitrato de Amônio P.A. O preço médio obtido em cotações realizadas



no mercado nacional em 2023, foi de R\$850,00 por Kg do produto P.A e de R\$1,60 por Kg de uréia.

Com foco na redução destes custos finais, Pinto *et al.* (2021) descrevem o uso do Nitrato de Amônio Hidropônico (comercial) como meio eficiente de substituição do Nitrato de Amônio P.A, o qual reduziria os custos finais de produção. Seus estudos são direcionados ao estabelecimento de cultivares de citros, porém com viabilidade para a micropropagação de diversas culturas. O Nitrato de Amônio comercial, possui um valor reduzido quando comparado ao P.A, além de ser de fácil obtenção, pois sua aquisição independente de liberação por parte do Exército Brasileiro.

### 2.5.1 Nitrato de Amônio Hidropônico

O método de hidroponia, viabiliza o fornecimento dos nutrientes para a planta, a partir de sua diluição em água. A captação destes nutrientes ocorre por meio do balanceamento ideal das necessidades de cada espécie cultivada. No que se refere a fonte nitrogenada, o método utiliza o Nitrato de Amônio Hidropônico, devido a facilidade de diluição em água, com isso, o produto comercial também pode ser empregado no preparo de meio de cultura MS, substituindo o produto P.A. No mercado atual, existem diversos fornecedores de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  com diferentes custos e pureza, porém seguem sendo interessantes para uso em hidroponia e micropropagação (PINTO *et al.*, 2021).

Guimarães, Cairo e Neves (2014) identificaram que as proporções de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  podem alterar o pH da solução, assim como o complexo nutricional da planta. Porém, as alterações não produziram deficiência ou toxidez por macronutrientes no tecido foliar. Nesta situação, o Nitrato de Amônia apresenta potencial para integrar estudos envolvendo a sua utilização, principalmente, no que tange a identificação de doses ideais para cada cultivar.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, do Complexo de Laboratórios da EMATER Goiás. O processo ocorreu durante o primeiro semestre de 2023 em Goiânia – GO.

Os explantes de mandioca (*Manihot esculenta crantz*, Cv. BRS 420) utilizados no experimento foram obtidos a partir do 4º subcultivo estabelecido *in vitro* de gemas caulinares e apicais. A inoculação dos explantes ocorreram em meio Murashige & Skoog – MS, foi suplementado com 0,02 mg L<sup>-1</sup> de ANA (Ácido Naftaleno Acético), 0,04 mg L<sup>-1</sup> de BAP (Benzilaminopurina) e 0,05 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> (Ácido Giberélico). O meio ainda foi composto por 20 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 0,001 g L<sup>-1</sup> de Tiamina, 0,1 g L<sup>-1</sup> de Inositol, 6,7 g L<sup>-1</sup> de Ágar. O ajuste do potencial Hidrogeniônico (pH) foi realizado com NaOH 1,0 e HCl 0,2 até que atingissem o pH final entre 5,70 e 5,72, por ser o ideal para o crescimento vegetativo da espécie pesquisada.

O meio de cultura foi autoclavado por 20 minutos a 121°C e 1,0 atm. Os explantes foram inoculados em recipiente de vidro de 350 mL contendo 40 mL de meio. Após o estabelecimento, os vidros foram mantidos em sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas, temperatura de 25°C ± 1°C, com irradiância de 36 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de luz branca fria. Os segmentos nodais de aproximadamente 3,0 cm, proveniente de um lote de mandioca da cultivar BRS 420 foram inoculados neste meio de cultura.

Para a adequação das doses de nitrogênio, foi considerado a especificação do nitrato de amônio hidropônico, composto por 33% de N, e o amônio P.A. de 95% de N. No entanto, sendo a absorção de nitrogênio de 40% em plantas estabelecidas *in vitro*, os dados foram corrigidos para que os tratamentos fornecessem exatamente a quantidade de nitrogênio desejada.

Os tratamentos utilizados são apresentados na tabela 1, sendo a testemunha, correspondente ao tratamento T1, estabelecida segundo os protocolos padrão (SOUZA *et al.* 2008) de meio de cultura MS, no qual este é suplementado com 1,65 g L<sup>-1</sup> de Nitrato de Amônio P.A – Puramente Analítico.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

TRATAMENTOS	PRODUTO	% DE NITROGÊNIO	QUANTIDADE UTILIZADA
T1	Nitrato de Amônio P.A (Puro)	95% de N	1,65 g L <sup>-1</sup>
T2	Nitrato de Amônio Hidropônico	33% de N e 3% de S	2,38 g L <sup>-1</sup>
T3	Nitrato de Amônio Hidropônico	33% de N e 3% de S	4,75 g L <sup>-1</sup>
T4	Nitrato de Amônio Hidropônico	33% de N e 3% de S	7,12 g L <sup>-1</sup>

No tratamento T2, foi utilizado uma subdosagem de Nitrato de Amônio Hidropônico, fabricado pela ADUFERTIL, lote de produção N° 96716. Neste tratamento a solução estoque composta pelo Nitrato de Amônio P.A, foi substituída por 2,38 g L<sup>-1</sup> do produto comercial, objetivando o fornecimento de nitrogênio a planta. No tratamento T3, foi utilizada a mesma porcentagem de nitrogênio empregada no tratamento T1, porém utilizando o nitrato comercial, na dose de 4,75 g L<sup>-1</sup>. No tratamento T4, foi fornecida uma sobredose de nitrogênio oriunda do produto comercial. A quantidade de produto adicionado ao meio de cultura foi de 7,12 g L<sup>-1</sup>.

As variáveis analisadas foram número de folhas (NF), número de entrenós (NE), número de raízes (NR) e altura de planta (AP). Posteriormente, foram contabilizados os dados de mortalidade dos explantes de mudas de mandioca micropropagadas, aos 20 dias, 40 dias e 60 dias, após a instalação do experimento. Especificamente para esta avaliação da mortalidade de entrenós, foi considerado aqueles que não conseguiram evoluir no processo de brotação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo 4 tratamentos e 7 repetições, sendo cada repetição formada por um vidro, contendo 4 entrenós. Ao total foram 122 explantes retirados de entrenós do terço médio da planta, descartando o ápice meristemático e a base já enraizada.

Para aferir a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, sendo os dados referentes a mortalidade transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$ . As médias obtidas de todas as variáveis analisadas, foram submetidos a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos no experimento são apresentados na Tabela 2. Com base nos resultados, pode-se constatar valores estatisticamente significativos para todas as variáveis analisadas.

A intensidade do desenvolvimento *in vitro* das plântulas quanto às variáveis avaliadas foi bastante variada, sendo evidenciada pelo alto coeficiente de variação, em média, de 28,73%. Sendo esse tipo de resultado, bastante comum em trabalhos de cultura de tecidos.

Tabela 2. Efeito dos tratamentos no número de folhas (NF), número de entrenós (NE), número de raízes (NR) e altura de planta (AP) de mudas de mandioca micropropagadas. Goiânia, GO. 2023.

Tratamentos	NF	NE	NR	AP -----cm-----
T1	6,85 b	1,28 b	3,71 b	1,67 b
T2	10,28 ab	6,57 a	6,14 ab	2,10 a
T3	11,14 a	5,14 a	7,28 a	1,83 ab
T4	10,57 ab	6,14 a	6,14 ab	1,65 b
CV (%)	27,63	38,35	34,46	14,50
DMS(%)	3,95	2,70	2,95	0,38

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Em relação à variável número de folhas, não foi observado diferenças significativas para os tratamentos que empregaram Nitrato de Amônio Hidropônico em substituição Nitrato de Amônio P.A, com exceção do tratamento T3. Evidenciando haver uma dose ideal, sob a qual as plantas apresentam um melhor desenvolvimento, não sendo necessário qualquer dose a mais ou a menos de Nitrato de Amônio Hidropônico, para alcançar valores significativos para a quantidade de folha que o explante de mandioca produz.

Murashige & Skoog (1962), quando desenvolveram o protocolo padrão MS para micropropagação, ressaltou haver uma dosagem específica e ideal que as plantas necessitariam para o desenvolvimento vegetativo *in vitro*. Nesse caso, o emprego de subdoses ou sobredoses de qualquer um dos nutrientes que compõem o meio de cultura MS, pode não ser benéfico a planta. Esse fato, explica influência das doses empregadas nos tratamentos T2 e T4, representadas por subdose e sobredose, respectivamente. Ressaltando a existência de uma dose ideal para o máximo desenvolvimento das folhas da mandioca.

Em relações médias obtidas para variável número de entrenós, não houve diferença significativa entre os tratamentos que empregaram doses do Nitrato de Amônio Hidropônico. Porém essas médias foram superiores estatisticamente àquela obtida no tratamento T1, onde foi empregado o Nitrato de Amônio P.A. Felix *et al.* (2020) ressaltam que o vigor e quantidade dos entrenós em uma planta de mandioca se faz importante devido estes serem essenciais à propagação do vegetal. Os mesmos autores identificaram que 10 a 20% de sua parte aérea é utilizada para a propagação por meio de manivas-sementes. Ou seja, bons resultados no número de entrenós, resultariam posteriores benefícios aos produtores que utilizarem destes entrenós para propagação de mudas.

De forma semelhante ao número de folhas, a aplicação do Nitrato de Amônia Hidropônico, na dose de  $4,5 \text{ g.L}^{-1}$ , correspondente ao tratamento T3, promoveu elevação significativa do número de raízes em relação ao tratamento T1, composto por Nitrato de Amônia P.A. Demonstrando o elevado potencial desta fonte de nitrogênio no enraizamento *in vitro* da cultivar. O enraizamento é um dos principais pontos de análise, pois é a parte comercial da mandioca. Segundo Rodrigues *et al.* (2008), uma boa capilaridade radicular nas plantas de mandioca pode representar um aumento de até 30% na produção final da raiz comercial. Técnicas que identificam maior vigor e qualidade de enraizamento são diretamente ligadas a produtividade da cultura.

Como dito por Silva *et al.* (2009), doses de nitrogênio são fatores influentes na rebrota foliar, crescimento apical e foliar, assim como consequência, dominante no quesito altura da planta. Porém, as diferentes doses e fontes de nitrogênio utilizadas, não interferiram na altura das plântulas, ao se analisar as médias obtidas nos tratamentos T1,

T3 e T4. O melhor resultado foi verificado para a média oriunda do tratamento T2, que diferiu estatisticamente apenas do tratamento T1. Indicando a possibilidade de emprego do Nitrato de Amônio Hidropônico em substituição Nitrato de Amônio P.A, na produção de mudas micropropagadas de mandioca.

A adubação nitrogenada aplicada desde o início do desenvolvimento da cultura da mandioca é fundamental para que a planta manifeste seu máximo potencial produtivo. O nitrogênio está diretamente ligado à taxa de formação foliar e conseqüentemente na formação do dossel da planta, sendo ainda fundamental para o crescimento das raízes e na formação de carboidratos (CRUZ, PELACANI & ARAÚJO, 2006). Santos<sup>1</sup> *et al.* (2020) reafirmam que a adubação nitrogenada é influente para o fator produtividade e custos de produção, o que propõe a produção de mudas de mandioca via micropropagação a necessidade de possuir futuros estudos para melhores índices de uso de nitrogênio em relação a sua produtividade real em campo após colhida suas raízes.

Na tabela 3 são relacionados os dados de mortalidade dos explantes durante o período de avaliação, em coleta de dados realizadas aos 20, 40 e 60 dias após a instalação do experimento.

Não foi observado significância estatística nas avaliações realizadas aos 20 e 60 dias. Aos 40 dias após a implantação do experimento, foi verificado valor significativamente superior para a média de mortes de entrenós, para o tratamento testemunha (T1) em relação aos demais. Este fato pode estar relacionado a manipulação por pinça em alta temperatura, a qual, pode ter provocado queimadura do tecido celular do explante. Além disso, a adaptação de um explante em meio *in vitro*, é função do vigor, ou seja, aqueles que são menos vigorosos, podem apresentar maiores taxas de mortalidade. Porém, no caso do experimento onde o estabelecimento dos entrenós foi ao acaso, é possível inferir que a dificuldade na captação de nutrientes do meio, possa também ter sido a causador das mortes.

Tabela 3. Avaliação de mortalidade dos entenós aos 20, 40 e 60 dias após a instalação do experimento, durante a produção de mudas de mandioca micropropagadas. Goiânia, GO. 2023.

Tratamentos	20	40	60
	-----dias-----		
T1	0,83 ns	1,49 a	1,05 ns
T2	0,70	0,70 b	0,96
T3	0,70	0,83 b	0,70
T4	0,70	0,83 b	0,83
CV (%)	17,50	21,03	32,66
DMS(%)	0,27	0,42	0,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ) e ns: não significativo.

Almeida *et al.* (2015), descrevem que apesar da taxa de mortalidade da mandioca ser relativamente baixa, algumas variedades apresentam maiores dificuldades no processo adaptativo *in vitro*. Este fato resulta em percentuais elevados de mortalidade das mudas micropropagadas, tanto em laboratório quanto em seu processo de aclimatização. Todavia, mesmo sendo verificadas taxas de mortalidade elevada em 5 cultivares estudadas, os autores reforçam a importância da tecnologia de implantação da técnica de micropropagação, como ferramenta para a elevação da produtividade da cultura.

Rocha *et al.* (2009) identificaram que esta taxa é elevada principalmente na fase de aclimatização, causado pelo estresse da planta em sair de condições controladas *in vitro* para o ambiente *ex vitro*. As taxas de mortalidade são acompanhadas de baixa taxa de crescimento e desuniformidade. É importante avaliar também que a mortalidade é associada à contaminação do recipiente no qual o explante está estabelecido. Esposito-Polesi (2020), ressalta que os microrganismos que aparecem *in vitro*, desenvolvidos principalmente devido ao alto índice de sacarose no meio de cultura, é o agente que representa maior perdas significativas em micropropagação, porém, mais comuns nos primeiros estágios do estabelecimento.

Para a produção de mudas micropropagadas é indicado que itens contaminados sejam descartados e autoclavados. Com isso, a ocorrência de patógenos torna o desperdício de material e explantes uma realidade em laboratório de cultura de tecidos



(ESPOSITO-POLESI, 2020). Caso seja constatado infestação leve, por via fúngica ou bacteriológica, advinda de má higienização é recomendado que haja tentativas de descontaminação com hipoclorito, durante o processo de condução dos explantes.

De acordo com as experimentações de Almeida *et al.* (2015), das 31 cultivares analisadas, na qual não inclui a BRS 420 – cultivar utilizada nesta pesquisa, apenas 5 obtiveram valores de mortalidade superiores a 50%. Porém, a Cv. BRS 420 atingiu médias abaixo de 50%, seguindo ao que os autores comprovaram como viável a propagação de mudas de mandioca via cultura de tecido.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nitrato de amônio hidropônico apresentou equidade como o nitrato de amônio PA, qualificando como fonte de fornecimento de nitrogênio para a planta de mandioca *in vitro*.

O Nitrato de Amônio Hidropônico possui potencial para reduzir os custos da produção de mudas de mandioca micropropagadas na fase de enraizamento *in vitro*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Nicolle Moreira et al. Produção de mudas micropropagadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em larga escala: uma inovação tecnológica. **16º Congresso Brasileiro de Mandioca**, Foz do Iguaçu – PR, 2015.

CAVALCANTI, Josias. **Material de plantio de mandioca no Semi-Árido**. 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Análise Mensal. Mandioca: agosto de 2022**. Brasília, DF: CONAB, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br> >. Acesso em: 23 março. 2023.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca**. Cruz das Almas: UFBA/EMBRAPA/BNB/Brascan Nordeste, 1979. 382 p.

CRUZ, Jailson Lopes; PELACANI, Claudinéia Regina; ARAÚJO, Wagner Luiz. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. **Bragantia**, v. 65, p. 467-475, 2006.

DA ROCHA, Paulo Sérgio Gomes et al. **Enraizamento in vitro de cana-de-açúcar sob diferentes intensidades de fluxo de fótons com leds**. CONTECC, 2021.

DUTRA, Leonardo Ferreira; WENDLING, Ivar; BRONDANI, Gilvano Ebling. **A micropropagação de eucalipto**. 2009.

ESPOSITO-POLESI, Natalia Pimentel. Contaminação versus manifestação endofítica: implicações no cultivo in vitro de plantas. **Rodriguésia**, v. 71, 2020.

FÉLIX, Rodolfo José da Silva et al. DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* CRANTZ) CULTIVADA COM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE MANIVASSEMENTE. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, 2020.

FERREIRA, Jéferson Pereira et al. Crescimento in vitro de orquídea em diferentes concentrações de uréia em substituição ao nitrato de amônio. **Nucleus**, v. 9, n. 1, p. 137-142, 2012.

FUKUDA, W. M. G.; DE CARVALHO, H. W. L. **Propagação rápida de mandioca no nordeste brasileiro**. EMBRAPA. 2007.

GUIMARÃES, D.G.; PRATES, C.J.N.; 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, p.1-11, 2017.

GUIMARÃES, Maycon Murilo Castro; CAIRO, Paulo Araquém Ramos; NEVES, Orlando Sílvio Caires. Crescimento de *Eucalyptus urophylla* em meio hidropônico com diferentes proporções de nitrato e amônio. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 52-61, 2014.

MARTINS, P. S. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of brazilian native plants species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, p. 219-226, Suplemento 1, 1994.

MURASHIGE, T; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

NUNES, Géssica Rafaela Guimarães et al. **Cultura de mandioca: uma revisão de literatura**. 2022.

OTSUBO, Auro Akio et al. **Cultivo da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. 2004.

PINTO, Camila Rodrigues et al. **Nitrato de amônio empregado em hidroponia e seu efeito na micropropagação de um porta-enxerto de citros em comparação com o reagente PA**. 2021.

RODRIGUES, Alessandra Ribeiro et al. Avaliação da capacidade de enraizamento, em água, de brotações, ponteiros e estacas herbáceas de clones de mandioca de mesa. **REVISTA AGRO@ MBIENTE ON-LINE**, v. 2, n. 1, p. 37-45, 2008.

ROCHA, Eliana Lee Jorge et al. Aclimatização de mudas micropropagadas de helicônia em ambiente protegido em função do tipo de substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1457-1462, 2009.

SATO, Aurora Yoshiko et al. **Micropropagação da mandioca: influência da concentração de nitrato de amônio com e sem BAP**. 2001.

SANTOS<sup>1</sup>, Jônatas Barros et al. Características agronômicas e avaliação econômica do milho sob diferentes doses de nitrogênio na forma de ureia comum e peletizada. **Agri-Environmental Science**. 2020.

SANTOS<sup>2</sup>, V. da S. et al. **Multiplicação rápida, método simples e de baixo custo na produção de material propagativo de mandioca**. 2009.

SANTOS, Danilo Bastos dos Anjos. **Estudo da cadeia produtiva da mandioca no município de Campo do Brito—caso da COOFAMA**. 2021.

SILVA, K. B. et al. **Sucrose and substrates on the acclimatization of micropropagated *Luehea divaricata* plants**. *Floresta e Ambiente*, v. 27, n. 1, p. 19, 2020. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.117017>.

SILVA, Cristina Cavalcante Félix da et al. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 657-661, 2009.

SILVIERO, Amauri; SCHOTT, Bianca. Caracterização botânica e agrônômica da coleção de mandioca da Embrapa Acre. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 7, p. 31-41, 2011.

SCHIEHL, Marino; DE FRANÇA, Tatiane Otto; BIASI, Luiz Antonio. Adequação de protocolo para cultivo in vitro de amoreira-preta (*Rubus sp*)'Xingu'. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 2, p. 079-087, 2020.

SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 139-162.

SOUZA, A. da S. et al. **Micropropagação da mandioca mediante ápices caulinares e segmentos nodais**. EMBRAPA. 2008.

VIEIRA, Michael Raphael Soares et al. **Métodos de assepsia na multiplicação in vitro da bananeira 'Pacovan' (*Musa spp.*)**. Research, Society and Development, v. 10, n. 16, p. e291101623765-e291101623765, 2021.

VILLA, Fabíola et al. Utilização de nitrato de amônio e de uréia como fontes de nitrogênio na micropropagação de amoreira-preta. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 5, p. 365-370, 2009.

## APÊNDICE



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária 1009 • Setor Universitário  
Caixa Postal 95 • CEP 74505-010  
Goiânia • Goiás • Brasil  
Fone: (62) 3946 1000  
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

## RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

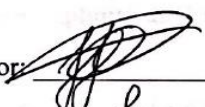
## ANEXO I

## APÊNDICE ao TCC

## Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante Júnior Junqueira Campos do Curso de Agronomia, matrícula 20192012900084, telefone: (62) 98251-5636, e-mail juniorjuncampos@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Avaliação do Nitrato de Amônio Hidropônico na produção de mudas micropropagadas de mandioca, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 27 de Abril de 2023.

Assinatura do autor: 

Nome completo do autor: Júnior Junqueira Campos

Documento assinado digitalmente

Assinatura do professor-orientador: \_\_\_\_\_



LUIZ CARLOS BARCELOS  
Data: 09/05/2023 10:55:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome completo do professor-orientador: \_\_\_\_\_