

USO DE AMINOÁCIDOS NO CULTIVO DE MANDIOCA

Por

LEONARDO GIANTOMASSI FERREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Outubro – 2024

USO DE AMINOÁCIDOS NO CULTIVO DE MANDIOCA

por

LEONARDO GIANTOMASSI FERREIRA

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz – IF Goiano

Prof. Dr^a. Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF Goiano

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

F383u Ferreira, Leonardo Giantomassi
Uso de aminoácidos no cultivo de mandioca / Leonardo
Giantomassi Ferreira ; orientador Sihélio Júlio Silva Cruz. -
- Rio Verde, 2024.
24 f.

Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1 *Manihot esculenta* Crantz. 2. Bioestimulante de
crescimento. 3. Bioinsumo. I. Cruz, Sihélio Júlio Silva,
orient. II. Título.



Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☒ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☐ TCC – Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Leonardo Giantomassi Ferreira

Matrícula: 2022102331540031

Título do Trabalho: USO DE AMINOÁCIDOS NO CULTIVO DE MANDIOCA.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 04/12/2024

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 03 de dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
LEONARDO GIANTOMASSI FERREIRA
 Data: 03/12/2024 19:08:17-0300
 Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

 Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Documento assinado digitalmente
SIMELIO JULIO SILVA CRUZ
 Data: 03/12/2024 16:45:50-0300
 Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Assinatura do Orientador



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 8/2024 - CCEG-IP/CEG-IP/GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

USO DE AMINOÁCIDOS NA CULTURA DA MANDIOCA

Autor: Leonardo Giantomassi Ferreira
Orientador: Sihélio Júlio Silva Cruz

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 22 de outubro de 2024.

Assinado eletronicamente
Dr.^a Nara Elisa Lobato Rodrigues
Avaliadora externa - Consultora
Agrônoma Autônoma

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega
Avaliadora interna - IF Goiano Campus
Iporá

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz
Presidente da Banca - IF Goiano Campus Iporá

Documento assinado eletronicamente por:

- Sihelio Julio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 22/10/2024 13:04:48.
- Daline Benites Bottega, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 22/10/2024 13:11:06.
- Nara Elisa Lobato Rodrigues, Nara Elisa Lobato Rodrigues - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 22/10/2024 14:00:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/10/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 642845
Código de Autenticação: ee983c075a



AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e persistência para trilhar este caminho e proporcionar essa oportunidade.

Ao meu pai Luciano Ferreira e a minha mãe Erica Marcia Mirandola Ferreira, a minha esposa Maria Giovana Alves Antunes, aos meus irmão, meus avós, por todo apoio e paciência durante este percurso e por sempre me motivar a crescer.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Iporá, por todo ensinamento e crescimento pessoal proporcionado pelo mestrado em Bioenergia em Grãos. Ao meu orientador na pessoa do Professor Dr. Sihélio, pela orientação, atenção e ensinamentos.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comprimento e largura de raízes tuberosas de plantas de mandioca adubadas via pulverização foliar com bioestimulantes de crescimento à base de aminoácidos. Os tratamentos foram constituídos por: T1 = Testemunha; T2 = Speed Advantage® (30 dias após a brotação); T3 = Speed Advantage® (60 dias após a brotação); T4 = Speed Advantage® (90 dias após a brotação); T5 = Agressiva Desperta® (30 dias após a brotação); T6 = Agressiva Desperta® (60 dias após a brotação); T7 = Agressiva Desperta® (90 dias após a brotação). Angelica – MS.....20

Tabela 2. Produtividade de raízes tuberosas de plantas mandioca adubadas via pulverização foliar com bioestimulantes de crescimento à base de aminoácidos. Os tratamentos foram constituídos por: T1 = Testemunha; T2 = Speed Advantage® (30 dias após a brotação); T3 = Speed Advantage® (60 dias após a brotação); T4 = Speed Advantage® (90 dias após a brotação); T5 = Agressiva Desperta® (30 dias após a brotação); T6 = Agressiva Desperta® (60 dias após a brotação); T7 = Agressiva Desperta® (90 dias após a brotação). Angelica – MS.....21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de implantação do campo experimental - Fazenda Leiteria 2 de Ouro - Angelica	
MS.....	18

USO DE AMINOÁCIDOS NO CULTIVO DE MANDIOCA

por

LEONARDO GIAN TOMASSI FERREIRA

(Sob Orientação do Professor Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz – IF Goiano)

RESUMO

O experimento foi realizado no campo de produção comercial da fazenda Leiteria 2 de Ouro, localizada no município de Angelica, estado do Mato grosso do Sul. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 3, em que o fator 1 foi constituído por dois tipos de bioestimulantes de crescimento à base de aminoácidos (Speed Advantage® e Agressivo Dispersa®) e o fator 2 constituído por diferentes épocas de aplicação (30, 60 e 90 dias após a brotação). A dose de bioestimulante à base de aminoácido aplicada em todas as épocas foi de 500 mL ha⁻¹, via pulverização foliar. Foram avaliados o comprimento, largura e a produtividade de raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade. Como conclusão, a aplicação de 500 mL via pulverização foliar de Bioestimulantes à base de aminoácidos até 90 dias após a brotação das plantas de mandioca, aumenta o comprimento e diâmetro das raízes tuberosas, promovendo o aumento da produtividade de raízes.

PALAVRAS-CHAVE: *Manihot esculenta* Crantz; bioestimulante de crescimento; bioinsumo.

USE OF AMINO ACIDS IN CASSAVA CULTIVATION

By

LEONARDO GIANTOMASSI FERREIRA

(Under the advising of Professor Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz – IF Goiano)

The experiment was carried out in the commercial production field of the Leiteria 2 in Ouro farm, located in the municipality of Angelica, in the state of Mato Grosso do Sul. The experiment followed a 2 x 3 factorial design, where Factor 1 consisted of two types of amino acid-based growth bio stimulants (Speed Advantage® and Agressiva Disperta®), and Factor 2 consisted of different application times (30, 60, and 90 days after sprouting). The applied dose of amino acid-based bio stimulant, at all times, was 500 mL ha⁻¹ via foliar spraying. The evaluated parameters were root length, width, and productivity. Data were analyzed using analysis of variance, and means were compared using the Tukey test at a 5% probability level. In conclusion, the application of 500 mL of amino acid-based bio stimulants via foliar spraying up to 90 days after cassava sprouting increases the length and diameter of tuberous roots, promoting increased root productivity.

KEYWORDS: *Manihot esculenta* Crantz; Growth bio stimulant; Bio-input.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é um grande alimento fornecedor de carboidrato usado tanto para alimentação humana como a animal. Para o uso industrial e no grande mercado é fabricado a fécula de mandioca (Cardoso & Souza 1999). Ela é o produto mais desejado, sendo usado principalmente na indústria de alimentos e nas indústrias papéis e têxteis, no Brasil existe atualmente quantidade considerável de unidades na produção de fécula estando presente principalmente estados Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina (Lobo *et al.* 2013).

A produção da raiz de mandioca nos últimos anos tem apresentado produção constante, com 18,96 e 18,80 milhões de toneladas produzidas para 2020 e 2021, respectivamente, em aproximadamente 1,24 milhões de hectares a nível nacional, com redução de 1,96% da área produtiva, obteve-se a média por hectare de 15,21 toneladas CONAB (2024). O estado do Mato Grosso do Sul é destaque no cultivo de raízes de mandioca, com área colhida de aproximadamente 43 mil hectares, que garantiram em 2021 a produção de 991.672 mil toneladas, com média de produção por hectare de 22.799 toneladas/hectare. Além disto, a cultura contribui em grande parcela para a economia do estado, o Valor Bruto de Produção – VBP, de R\$ 578.446,00 (IBGE 2024).

Além do fornecimento via solo dos macro e micronutrientes, atualmente está em constante ascensão o uso de produtos foliares, visando o complemento nutricional das plantas. Estes apresentam mais flexibilidade na aplicação, podendo ser aplicados na fase de mais demandada do nutriente pela planta, além de serem utilizados juntos com produtos para controle de pragas e doenças, otimizando a logística na propriedade. Além de produtos que forneçam apenas nutrientes, há no mercado os chamados aminoácidos, que além de funções nutricionais possuem funções enzimáticas (Mackinnon *et al.* 2010).

Muitos são os benefícios relacionados ao uso de aminoácidos, como a melhoria da crescimento, produção de plantas com raízes mais bem desenvolvidas e plantas mais vigorosas, enchimento mais uniforme de grãos e maior produtividade. Possuem também propriedades anti-

estressante, que estão relacionados à manutenção e acréscimo na quantidade de clorofila, sendo as betainas responsáveis por reduzirem a fotodegradação dos pigmentos fotossintetizantes (Zobiole *et al.* 2010).

Brandão (2007), também atribuí diversos benefícios aos aminoácidos, como melhora na fotossíntese, redução da fitotoxicidade de alguns agrotóxicos, conferem às plantas maior tolerância às pragas e doenças, melhora na absorção e translocação de nutrientes aplicados via foliar, regulação das atividades hormonais das plantas, maior tolerância ao estresse hídrico e maior florescimento. Taiz & Zeiger (2017) relatam ainda, que os aminoácidos podem atuar no metabolismo de alguns nutrientes, como a glicina e o ácido glutâmico que atuam no metabolismo do nitrogênio.

Os aminoácidos apresentam outras vantagens na nutrição de plantas, pois podem aumentar a absorção e transporte de nutrientes pouco móveis, essas biomoléculas sequestram os nutrientes, formando complexos que proporcionam alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade, aumentando a absorção via foliar ou radicular e o transporte deste nutriente pela planta. Além das vantagens no que diz respeito à nutrição, há também evidências de efeitos positivos no uso de aminoácidos em plantas em situação de estresse bióticos e abióticos (Alves 2017).

Foi comprovado eficiência dos aminoácidos sob enraizamento na cultura da cana-de-açúcar, sendo aplicado somente nos toletes o teve o resultado superior ao tratamento testemunha (Brandão, 2007). Deste modo, revelando ser uma tecnologia viável para ser utilizado na cultura da mandioca, que apresenta correlação positiva entre a produtividade e o número de raízes tuberosas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot*) comumente conhecida por macaxeira ou aipim, pertence à família das Euphorbiaceae, possui origem Sul Americana, sendo bastante cultivada no passado pelos indígenas os quais foram responsáveis por sua distribuição. Atualmente, destaca-se na mesa e na economia brasileira, haja vista que é cultivada em diferentes regiões em virtude da rusticidade e tolerância às variadas condições edafoclimáticas (Ribeiro *et al.* 2019).

Existem dois grandes grupos de *Manihot*, a *Manihot esculenta* e *Manihot utilíssima*, tais grupos também são conhecidos como de mandioca seca e mandioca d'água. A primeira popularmente chamada de mandioca brava ou amarga e o segundo grupo apresenta-se como mandioca mansa, macaxeira, aipim e mandioca doce (Chisté *et al.* 2010). A mandioca mansa é denominada desta maneira por conter baixo teor de ácido cianídrico (HCN), ou seja, inferior a 100 mg kg⁻¹. E a mandioca brava com teor de HCN superior a 100 mg kg⁻¹, destina-se à produção industrial (Souza & Lima-Primo, 2017).

A espécie consegue desenvolvimento tanto em regiões tropicais, quanto em regiões subtropicais, em virtude da rusticidade e resistente a seca, contudo o cultivo não é favorável em regiões com temperaturas inferiores a 15°C. Pode ser cultivada em diferentes tipos de solo, mas é necessário evitar solos encharcados e mal drenados e muito arenosos (Castro & Moreira, 2016).

O plantio é feito através de manivas com comprimentos de 15 a 20 cm em profundidade de 5 a 10 cm, o espaçamento entrelinhas pode variar dependendo do tipo de sistema utilizado (Rós & São João, 2016). Kristensen *et al.* (2014) comenta que o cultivo ocorre, principalmente, pela utilização das raízes usadas na alimentação humana e animal, uma fonte de amido industrial e matéria-prima de energia de biomassa.

A mandioca apresenta importância socioeconômica em todo o planeta, é a principal fonte de carboidratos para milhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento

(Araújo, Silva e De Lima Heck, 2021).

A atividade possibilita mais de um milhão de empregos diretos, no Brasil, proporciona receita bruta anual equivalente a 2,5 bilhões de dólares e contribuição tributária de 150 milhões de dólares (Coêlho, 2020). No ano de 2017, houve mais de 4 mil empregos diretos em todo o Brasil, apenas na atividade do processamento de farinha de mandioca, em que foram produzidas a cerca de 19 milhões de toneladas, com faturamento bruto de 12 bilhões de reais (Coêlho, 2020).

2.2 Aminoácidos na agricultura

A agricultura de modo geral, vem buscando ano após ano o aumento eficaz da produtividade, aliado ao manejo eficiente que reduza custos e eleve o teto produtivo. Sabe-se que um fator determinante para altas produtividades, está na manutenção fisiológica ativa das plantas, e para isto, o fornecimento de nutrientes de forma adequada e no momento ideal, faz-se de suma importância. Com isso, o mercado de fertilizantes tem crescido muito nos últimos anos, com destaque para os fertilizantes foliares, que estão cada vez mais fazendo parte das estratégias do manejo dos produtores, servindo como aliados na suplementação de macro e micronutrientes as plantas (Kern *et al.* 2020).

Produtos foliares, além de fornecerem nutrientes, também podem ter na composição elementos como hormônios e aminoácidos, que auxiliam na manutenção fisiológica das culturas. Tais produtos são conhecidos no mercado como bioestimulantes, que podem ser definidos como substância natural ou sintética, que contêm na composição biorreguladores vegetais ou substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas, podendo ser aplicados nas plantas (Klahold *et al.* 2008; Santos *et al.* 2013).

Os bioestimulantes à base de aminoácidos, atuam melhorando a eficiência da nutrição, tolerância aos estresses, sejam bióticos ou abióticos e na melhora das características de qualidade das plantas. São responsáveis também por estimularem maior divisão, alongação e diferenciação celular, maior crescimento vegetal e conseqüentemente aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes, resultando em uma planta com maior potencial produtivo. Além de atuarem na

formação de enzimas, produção de hormônios e clorofilas, e no transporte e armazenamento de nitrogênio (Frasca *et al.* 2020).

No Brasil, os bioestimulantes são divididos em categorias, sendo elas, as de substâncias húmicas, materiais orgânicos complexos, elementos químicos benéficos, sais inorgânicos, extratos de algas marinhas, derivados de quitina e quitosana, antitranspirantes, aminoácidos livres e substâncias que contêm N. Sendo as fontes mais usadas, as de substâncias húmicas, extratos de algas, micronutrientes, reguladores de crescimento vegetal e aminoácidos (Silva 2019).

Os aminoácidos vêm sendo amplamente utilizados na agricultura, e muitas empresas têm investido em produtos que contenham o mesmo na composição, porém ainda há muitas controvérsias sobre a influência na produtividade final. Os aminoácidos são ácidos orgânicos, com moléculas formadas por um mais grupamento amina. Estão envolvidos no metabolismo primário e secundário das plantas, participando da síntese de vários compostos que influenciam diretamente na produção (Gallo, 2012).

Existem 20 aminoácidos essenciais as plantas, dos quais cada um possui concentrações e funções distintas. As plantas produzem estes aminoácidos de forma natural, no entanto devido a fatores como estresse hídricos, ataque de pragas e doenças, esta produção pode ser prejudicada ou mesmo, a produção natural pode não ser suficiente para o desenvolvimento eficiente das plantas frente a estas intempéries. As principais funções dos aminoácidos são síntese de proteínas, efeito complexante de nutrientes, maior resistência a estresse hídrico e altas temperaturas, maior tolerância ao ataque de pragas e doenças e compostos intermediários de hormônios vegetais endógenos (Mórgor 2015).

Alguns bioestimulantes são conhecidos pelas propriedades antiestresse, por possuírem em sua composição aminoácidos, por exemplo, com tais funções. Em situações de estresse, como altas temperaturas, ataque de pragas, doenças e estresse hídrico, as plantas podem produzir moléculas reativas de oxigênio (EROs), que em excesso causam danos as células. Alguns aminoácidos, como glicina, fenilalanina, cisteína e glutamato, atuam controlando a produção destas moléculas, através da redução de radicais livres e osmoproteção (Teixeira *et al.* 2017). Os aminoácidos também agem como precursores de hormônios, como é o caso do triptofano, que atua como precursor da auxina

(ácido indolilacético), que é responsável pelo crescimento vegetal. Já a metionina é precursora do etileno, que é responsável pela senescência vegetal e maturação dos frutos (Soares, 2013).

Os bioestimulantes à base de aminoácidos, muita das vezes, são usados associados a nutrientes, visando a maior disponibilidade e absorção. Há aminoácidos, que atuam na complexação de nutrientes, como o Cu (cobre), Zn (Zinco), Mn (mangânes) e Fe (ferro), protegendo e aumentando a diponibilidade para a planta, que possuem funções essenciais. O Zn^{2+} participa da síntese de triptofano, que é precursor das auxinas, o Cu^{2+} atua no transporte de elétrons do fotossistema I. A lisina, glutamato, cisteína, histidina e glicina, são utilizadas como quelato com micronutrientes. A glicina, além de ter uso como quelatizante, é também fonte de N (Fagan 2015).

Gallo (2012), faz referência a um ponto de grande relevância as funções dos aminoácidos durante o desenvolvimento da planta, sugerindo que os aminoácidos podem ser requeridos em quantidades diferentes, nos vários estádios de desenvolvimento das plantas. Na fase reprodutiva de arroz, demanda mais prolina que outros aminoácidos, já na fase de plântula demanda mais por ácido aspártico e ácido glutâmico, demonstrando a importância do uso dos produtos de forma estratégica nos diferentes estádios da planta, com o intuito de manter em pleno funcionamento o metabolismo (Haque *et al.*, 1971).

Atualmente a agricultura tem expandido para regiões mais baixas, com maiores riscos de exposição a verânicos e altas temperaturas. Sabe-se que quando as plantas são submtetidas a estes tipos de estresse hídrico, acumulam o ácido abcísico (ABA), que é reponsável por regular a abertura e fechamento dos estômatos, como resposta a deficiência hídrica, para evitar a perda de água em condições de falta de umidade no solo. A aplicação de aminoácidos, possibilita ativar vias de produção de ABA, proprorcioando a planta mais tolerância ao estresse hídrico (Shukla *et al.*, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo de produção comercial da fazenda Leiteria 2 de Ouro, localizada no município de Angelica, estado do Mato grosso do Sul (-22.1717 S; - 53.7511 W), presente na região de bioma solos do cerrado (Figura 1).



Figura 1 - Área de implantação do campo experimental - Fazenda Leiteria 2 de Ouro.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 3, e o fator 1 foi constituído por dois tipos de bioestimulantes de crescimento à base de aminoácidos (Speed Advantage® e Agressiva Desperta®) e o fator 2 constituído por diferentes épocas de aplicação (30, 60 e 90 dias após a brotação). A dose de bioestimulante à base de aminoácido aplicada em todas as épocas foi de 500 mL ha⁻¹, via pulverização foliar. A área de cada parcela experimental foi composta por 50 m² (10 x 5).

Em que:

Tratamento 1 – 500 mL ha⁻¹ de Speed Advantage aos 30 dias após a brotação;

Tratamento 2 – 500 mL ha⁻¹ de Speed Advantage aos 60 dias após a brotação;

Tratamento 3 – 500 mL ha⁻¹ de Speed Advantage aos 90 dias após a brotação;

Tratamento 4 – 500 mL ha⁻¹ de Agressiva Desperta aos 30 dias após a brotação;

Tratamento 5 – 500 mL ha⁻¹ de Agressiva Desperta aos 60 dias após a brotação;

Tratamento 6 – 500 mL ha⁻¹ de Agressiva Desperta aos 90 dias após a brotação.

A colheita foi realizada em xxxxxxxx de 2024, aos xxx meses após o plantio. Após colhidas as plantas, a parte aérea foi separada das raízes, e em seguida realizou-se a medição do comprimento e largura (cm) das raízes com o auxílio de uma régua milimetrada. Após as medições, as raízes da área útil das parcelas para determinação da produtividade das raízes em kg ha⁻¹.

Em seguida a determinação da produtividade, de cada parcela foram retiradas duas amostras de raízes, uma de 3 kg para determinação dos teores de matéria seca e amido. Obtidas as amostras de 3 kg (peso no ar), essas foram pesadas na água, utilizando balança hidrostática (peso na água), e esses valores foram empregados para calcular o teor de amido, utilizando a equação proposta por Kawano *et al.* (1987). O teor de amido foi obtido subtraindo a constante 4,61 do teor de matéria seca: Teor de amido (%) = Teor de matéria seca (%) - 4,61.

A produtividade de amido foi calculada multiplicando a produtividade de raízes (ton ha⁻¹) pelo teor de amido. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

As médias do comprimento e da largura das raízes tuberosas das plantas de mandioca aumentaram com a aplicação dos bioestimulantes à base de aminoácidos Speed Advantage e Agressivo Desperta (Tabela 1). Independente da dose ou época de aplicação, os incrementos foram de 36 e 30%, respectivamente para comprimento e largura de raiz.

Tabela 1. Comprimento e largura de raízes tuberosas de plantas mandioca adubadas via pulverização foliar com bioestimulantes de crescimento à base de aminoácidos. Os tratamentos

foram constituídos por: T1 = Testemunha; T2 = Speed Advantage® (30 dias após a brotação); T3 = Speed Advantage® (60 dias após a brotação); T4 = Speed Advantage® (90 dias após a brotação); T5 = Agressiva Desperta® (30 dias após a brotação); T6 = Agressiva Desperta® (60 dias após a brotação); T7 = Agressiva Desperta® (90 dias após a brotação). Angelica – MS.

Tratamentos	Comprimento de Raiz (cm)	Largura de raiz (cm)
1	16,4 b	16,7 b
2	20,7 a	20,4 a
3	22,7 a	21,8 a
4	22,9 a	22,4 a
5	22,5 a	22,0 a
6	22,6 a	22,0 a
7	22,1 a	22,0 a
CV (%)	5,2	4,0

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em estudo realizado por Gazola *et al.* (2016), observou-se que doses crescentes de aminoácidos podem influenciar variáveis como número de ramificações e diâmetro do caule. A aplicação foliar de aminoácidos promoveu alterações significativas na arquitetura da planta, com genótipos apresentando respostas distintas, como maior ramificação na variedade Baianinha e redução do diâmetro do caule em doses elevadas, pela redistribuição de energia para novas ramificações.

Adicionalmente, a utilização de aminoácidos em diferentes condições de manejo tem sido associada à melhoria da absorção de nutrientes e à eficiência no uso da luz pelas folhas, conforme discutido por Cock *et al.* (1979). Esses fatores são críticos para o desempenho agrônomo da cultura, uma vez que contribuem para a alocação de biomassa em partes específicas da planta, aumentando o potencial produtivo. Estudos indicam que práticas como o manejo de doses e tipos de aminoácidos devem ser ajustadas considerando fatores genéticos e ambientais para maximizar os benefícios no cultivo da mandioca.

Analisando a variável produtividade de raízes tuberosas, observou-se aumentos significativos nas médias (Tabela 2). Para o bioestimulante à base de aminoácidos Speed

Advantagem, aplicações a partir de 60 e 90 dias após a brotação (DAB) produziram incrementos médios na produtividade de 8 e 10%, respectivamente. Para os tratamentos com o bioestimulante à base de aminoácidos Agressivo Desperta, em todas as épocas de aplicação foram registrados aumentos nas médias de produtividade de raízes, com 6, 11 e 12%, respectivamente para aplicações aos 30, 60 e 90 DAB.

Tabela 2. Produtividade de raízes tuberosas de plantas mandioca adubadas via pulverização foliar com bioestimulantes de crescimento à base de aminoácidos. Os tratamentos foram constituídos por: T1 = Testemunha; T2 = Speed Advantage® (30 dias após a brotação); T3 = Speed Advantage® (60 dias após a brotação); T4 = Speed Advantage® (90 dias após a brotação); T5 = Agressivo Desperta® (30 dias após a brotação); T6 = Agressivo Desperta® (60 dias após a brotação); T7 = Agressivo Desperta® (90 dias após a brotação). Angelica – MS.

Tratamentos	Produtividade de raízes tuberosas (kg ha ⁻¹)
1	49.345 b
2	50.225 b
3	53.460 a
4	54.270 a
5	52.164 a
6	54.756 a
7	55.323 a
CV (%)	3,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os aminoácidos têm sido amplamente estudados pelo potencial em aumentar a produtividade de raízes em mandioca (*Manihot esculenta*). Eles atuam como reguladores do metabolismo vegetal, sendo precursores de proteínas e estimuladores de processos como a fotossíntese e a absorção de nutrientes (Taiz & Zeiger, 2017). Em um estudo realizado por Gazola *et al.* (2016), a aplicação de aminoácidos aumentou significativamente a massa seca de raízes tuberosas em alguns genótipos, especialmente em condições de manejo otimizadas. Esses compostos promovem a alocação de recursos para o sistema radicular, favorecendo o crescimento

e desenvolvimento das raízes tuberosas (TÁVOLA *et al.*, 1995).

Outro estudo conduzido por Cock *et al.* (1979) revelou que o equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular é fundamental para a produtividade de raízes em mandioca. A aplicação de aminoácidos pode ajudar a manter esse equilíbrio, otimizando a taxa de conversão de fotoassimilados para as raízes (Taiz & Zeiger, 2017). Além disso, práticas como a aplicação foliar de aminoácidos têm mostrado efeitos benéficos na resistência a estresses ambientais, melhorando a capacidade das plantas de manter altos índices de produtividade, mesmo sob condições adversas (TIRONI, *et al.*, 2015).

5. CONCLUSÕES

A aplicação de 500 mL via pulverização foliar de Bioestimulantes à base de aminoácidos até 90 dias após a brotação das plantas de mandioca, aumenta o comprimento e diâmetro das raízes tuberosas, promovendo o aumento da produtividade de raízes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, L.R. 2017. O uso de aminoácidos na agricultura. UNESP, São Paulo-SP. Disponível em: <https://www.sabri.com.br/wpcontent/uploads/2017/08/Consultor-Sabri-Explica-Uso-deAmino%c3%a1cidos-na-Agricultura.pdf>. Acessado em: 19/05/2024.

Araújo, É. de O.; Da Silva, P. M.; De Lima Heck, C. R. 2021. Análise comportamental do agronegócio da mandioca no Brasil e no estado do Amazonas de 2006 a 2015. *Acta Geográfica*, v. 15, n. 38, p. 102-123.

Brandão, R.P. 2007. Importância dos Aminoácidos na agricultura sustentável. *Informativo Bio Soja*, São Joaquim da Barra. 5:6-8.

Cardoso, C. E . L.; Souza, J, da S. 1999. Aspectos agro econômicas da cultura da mandioca: potencialidades e limitações. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 27p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 86).

Castro, J. E. G.; Moreira, C. A. L. 2016. Aspectos Econômicos e sociais da Cadeia Produtiva da CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 76 p. (Documentos 267).

Coêlho, J. D.; Ximenes, L. F. 2020. Mandioca e seus derivados. *Caderno Setorial ETENE*, ano 5, nº128.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB; Análise Mensal – Mandioca, Janeiro 2023.

Disponível em: <https://www.conab.gov.br › item › download>. Acesso: 20 JUL. 2024.

Cock, J. H.; Franklin, D.; Sandoval, G.; Juri, P. 1979. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crop Science*, v. 19, n. 3, p. 271–279.

Fagan, E. B.; E. O.; Ono, J. D.; Rodrigues, A.; Chalfun Júnior, D. Dourado Neto. 2015. Citocininas. In: *Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais*. São Paulo: Organização Andrei Editora LTDA., 111-128.

Gazola, D.; Zucareli, C.; Furquim, C. M. Do P.; Marinho, J. De L. 2016. Aminoácidos no desenvolvimento de duas cultivares de mandioca. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.15, n. 1, p. 88–93.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Produção Agrícola – Lavoura Temporária, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/pesquisa/14/10193>. Acesso: 21 Jul. 2024.

Haque, R., and William R.C. 1971. Adsorption of isocil and bromacil from aqueous solution onto some mineral surfaces. *Envir. Scie & Technology*. 2: 139-141.

Kristensen, S. B. P.; Birch-Thomsen, T.; Rasmussen, K.; Rasmussen, L. V.; Traoré, O. 2014. Cassava as an energy crop: a case study of the potential for an expansion of cassava cultivation for bioethanol production in southern mali. *Renewable Energy*, v. 66, p. 381-390.

Mackinnon, S. L.; Hiltz, D.; Ugarte, R.; Craft, C. A. 2010. Improved methods of analysis for betaines in *Ascophyllum nodosum* and its commercial seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology*, v. 22, n. 4, p. 489-494.

Mógor, A. F. 2015. Fertilizantes foliares complexados com aminoácidos ajudam a corrigir carências nutricionais em plantas. Agrolink com inf. de assessoria Disponível em https://www.agrolink.com.br/noticias/fertilizantes-foliares-complexados-comaminoacidos-ajudam-a-corrigir-carencias-nutricionais-emplantas_344608.html

Ribeiro, F. W.; Rodrigues, C. C.; Araújo, M. S.; Silva, A. C.; Matos, F. S. 2019. Custos de produção e rentabilidade econômica do cultivo da mandioca em Goiás. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 1, p. 104-110, 2019.

Santos, L. T. S.; I. L.; Vespucci, M.P.C. Nunes. 2019. Aplicação adicional de bioestimulantes em estágio reprodutivo de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) com intuito de acréscimo na produtividade. *Pubvet*, 14, 139.

Silva, J.G. 2019. Bioestimulantes no desempenho agrônomo da cultura do milho. Tese. UFMT, 92f.

Shukla, P.S.; K, Shotton, E., Norman, W., Neily, A.T., Critchley, B., Prithiviraj. 2018. Seaweed extract improve drought tolerance of soybean by regulating stressresponse genes. *AOB Plants*, 10, DOI:10.1093/aobpla/plx051.

Souza, E. D.; Lima-Primo, H. E. de. 2017. Saracura, BRS Japonesa e BRS Moura: Novas Cultivares de Mandioca de Mesa para Roraima. Boa Vista, EMBRAPA-RORAIMA, 2017. 6p. (EMBRAPA-RORAIMA. Comunicado Técnico, 83).

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p

Távola, F. G.; Lima, A. A. P.; Santos, J. L. 1995. Efeito de datas de plantio na produtividade da

mandioca em regiões tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 19, n. 4, 365–371.

Teixeira, W. F; E. B., Fagan, L. H., Soares, R. C.; Umburanas, K., Reichardt, D., Dourado Neto. 2017. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Frontiers in Plant Sciec.* 8: 1-14.

Tironi, L. F.; Kaminski, T. A.; Costa, C. T.; Bonfim-Silva, E. M. 2015. Produção de raízes de mandioca e propriedades químicas e físicas do solo em função de diferentes adubações. *Bragantia*, v.74, n. 1, p. 58-66.

Zobiolo, L. H. S.; Oliveira JR, R. S.; Huber, D. M.; Constantin, J.; Castro, C.; Oliveira, F. A.; Oliveira, A. 2010. Glyphosate reduces shoot concentration of mineral nutrients in glyphosateresistant soybeans. *Plant and Soil*, v. 328, n. 1, p. 57-69.