

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Vitor Rodrigues

**AVALIAÇÃO DO USO DE *TRICHODERMA HARZIANUM* E
TRICHODERMA VIRENS NA CULTURA DA MANDIOCA DE
MESA EM SOLO ARENOSO: EFEITOS VEGETATIVOS E
PRODUTIVOS**

Dracena

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Vitor Rodrigues

**AVALIAÇÃO DO USO DE *TRICHODERMA HARZIANUM* E
TRICHODERMA VIRENS NA CULTURA DA MANDIOCA DE
MESA EM SOLO ARENOSO: EFEITOS VEGETATIVOS E
PRODUTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Tecnológicas –
Unesp, Câmpus de Dracena como
parte das exigências para
conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Ferrari

Dracena

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Avaliação do uso de *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma virens* na cultura da mandioca de mesa em solo arenoso: efeitos vegetativos e produtivos"

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa

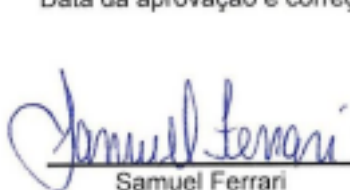
Autor: Vitor Rodrigues

Orientador (a): Samuel Ferrari

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 22/11/2024


Samuel Ferrari


Diego Cunha Zied


Sérgio Bispo Ramos

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à família que sempre foi meu alicerce e fonte de inspiração. À minha mãe, Valéria, que, mesmo enfrentando muitas dificuldades, nunca deixou de fazer o melhor que pôde para me proporcionar oportunidades e apoio incondicional.

Também dedico aos meus queridos padrinhos, Elza e Antônio Damião, que me acolheram ainda muito jovem e foram exemplos fundamentais de amor, generosidade e determinação. Vocês foram, e sempre serão, meus espelhos de formação e caráter.

À minha namorada, Talita, que tem sido minha companheira fiel e apoio incondicional ao longo dos anos.

A todos vocês, minha eterna gratidão e amor.

E, por fim, aos pequenos produtores, cuja perseverança e dedicação são uma inspiração e para quem este trabalho busca trazer, de alguma forma, benefícios e melhorias.

Por ter crescido nesse meio, sei das dificuldades enfrentadas, e da carência de suporte técnico, para melhorar e garantir uma boa produção e rentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ser minha força e sustentação longo desta jornada, me concedendo saúde e perseverança para superar os desafios e alcançar os objetivos traçados.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe, Valéria, que sempre fez o melhor por mim. Aos meus padrinhos, Elza e Antônio Damião, que me acolheram com amor, sendo exemplos fundamentais de caráter, ética e determinação, valores que carregarei para sempre.

À minha namorada, Talita, pelo apoio constante, paciência e incentivo durante esses anos. Sua presença foi essencial nos momentos de maior dificuldade e celebração.

A VIII turma de Engenharia Agrônoma, que me proporcionou amizades e experiências únicas, que levarei para a vida.

A faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT pela receptividade e profissionalismo de toda equipe administrativo, professores, técnicos de campo e servidores.

Ao Tech Agro, pela oportunidade de vivenciar experiências enriquecedoras em pesquisas, contribuindo para o meu crescimento acadêmico e profissional.

A pesquisadora Gersa Pauli Kist Steffen, por doar as cepas dos inoculantes *T. harzianum* e *T. virens* pertencentes à coleção de fungos benéficos do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal (CEFLOR) – Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) – Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) do Rio Grande do Sul, que foram indispensáveis para realização deste trabalho.

Por fim, minha profunda gratidão ao meu orientador Prof. Dr. Samuel Ferrari, pelos ensinamentos, por sua paciência, sabedoria e dedicação que foram fundamentais para realização deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta conquista, expresso minha eterna gratidão.

"Só vive o propósito quem suporta
o processo." (Autor Desconhecido).

RESUMO

A cultura da mandioca apresenta alta interação genótipo x ambiente, ou seja, os genótipos apresentam adaptação específica às condições edafoclimáticas de uma determinada região. Uma maneira de aumentar a produtividade das culturas é por meio da aplicação de inoculantes, que buscam aprimorar e estimular o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas. O presente estudo teve por objetivo avaliar a cultura da mandioca de mesa cultivada no Oeste Paulista associada a estratégias de uso de inoculantes no momento do plantio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições, sendo a combinação de 4 doses ((0, 5 e 10 e 20 litros do inoculante para cada 12.346 manivas sementes, (população para plantio de 1 hectare)) dos inoculantes *Trichoderma Virens* e *Trichoderma Harzianum*. As cepas dos inoculantes pertencem à coleção de fungos benéficos do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal (CEFLOR) – Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) – Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) do Rio Grande do Sul, e apresentaram concentração de $1,47 \times 10^6$ conídios e $6,76 \times 10^5$ conídios por mL do produto para *T. harzianum* e *T. virens* respectivamente. As avaliações foram compostas de: matéria seca da parte aérea e do sistema radicular aos 90 dias após emergência das plantas e no momento da colheita; altura das plantas, peso fresco das raízes, espessura das raízes e comprimento das raízes foram avaliadas ao final do experimento após a colheita. Os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$), análise de regressão para o fator doses e teste de Tukey para o fator inoculantes ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa e SISVAR. Os resultados significativos evidenciam a forte influência dos inoculantes no desenvolvimento da cultura de mandioca. O efeito dos inoculantes depende das doses utilizadas, e as interações significativas mostram que as doses influenciam cada um dos inoculantes de maneira específica.

Palavras-chave: Inoculantes, raízes e produtividade.

ABSTRACT

Cassava crops present high genotype x environment interaction, that is, genotypes present specific adaptation to the soil and climate conditions of a given region. One way to increase crop yield is through the application of inoculants, which seek to improve and stimulate the vegetative and reproductive development of plants. The present study aimed to evaluate the table cassava crop grown in the West of São Paulo associated with strategies of using inoculants at the time of planting. The experimental design was in randomized blocks with 4 replications, being the combination of 4 doses (0, 5 and 10 and 20 liters of inoculant for each 12,346 cassava seeds, (population for planting 1 hectare)) of the inoculants *Trichoderma Virens* and *Trichoderma Harzianum*. The inoculant strains belong to the beneficial fungi collection of the State Center for Forestry Diagnosis and Research (CEFLOR) – Department of Agricultural Diagnosis and Research (DDPA) – Secretariat of Agriculture, Livestock and Rural Development (SEAPDR) of Rio Grande do Sul, and presented a concentration of 1.47×10^6 conidia and 6.76×10^5 conidia per mL of the product for *T. harzianum* and *T. virens*, respectively. The evaluations consisted of: dry matter of the aerial part and the root system at 90 days after plant emergence and at harvest time; plant height, fresh root weight, root thickness, and root length were assessed at the end of the experiment after Harvest. The results were subjected to analysis of variance by the F test ($p \leq 0.05$), regression analysis for the dose factor and Tukey's test for the inoculant factor ($p \leq 0.05$). Statistical analyses were performed using the SISVAR program. The significant results demonstrate the strong influence of inoculants on the development of cassava crops. The effect of inoculants depends on the doses used, and the significant interactions show that the doses influence each of the inoculants in a specific way.

Keywords: Inoculants, roots and yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abertura dos sulcos de plantio com implemento cultivador e abertura manual das covas de plantio com a enxada.	21
Figura 2. Aplicação dos inoculantes nas manivas, adubação de plantio, plantio das manicas e instalação da irrigação. Dracena/SP.	23
Figura 3. Capina manual nas parcelas com a cultura da mandioca amarela.	24
Figura 4. Adubação de cobertura aos 60 DAP.	24
Figura 5. Segunda capina em 29/02/2024 para remover as plantas daninhas.	25
Figura 6. Controle de Mandarová (<i>Erinnyis ello L.</i>).	26
Figura 7. Controle da Cercosporiose (<i>Cercospora beticola</i>).	27
Figura 8. Leitura da clorofila aos 85 DAP.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de solo da área experimental na camada de 0 – 20 e 20 – 40 cm. Dracena/SP, 2023.	18
Tabela 2. Tratamentos do experimento de mandioca amarela com os inoculantes <i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Trichoderma virens</i> . Dracena-SP ano agrícola 2023/24.	19
Tabela 3. Probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses sobre leituras spad de clorofila e sobre a altura de plantas.	31
Tabela 4. Desdobramento da interação entre inoculantes e doses nas leituras spad de clorofila.	32
Tabela 5. Probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses sobre a matéria seca da parte aérea e da raiz.	33
Tabela 6. Desdobramento da interação entre inoculantes e doses sobre a matéria seca da parte aérea.	34
Tabela 7. Probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses nas características da raiz.	34
Tabela 8. Desdobramento da interação entre inoculantes e doses nas características da raiz.	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Cultura da mandioca de mesa.....	14
3.2 Microorganismos benéficos na agricultura.....	15
3.3 <i>Trichoderma</i> : benefícios, desafios e aplicações.....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Delineamento experimental e tratamentos	19
4.2 Preparo da área, plantio e tratos culturais da mandioca.....	20
4.3 Avaliações realizadas	27
4.4 Análise estatística dos dados	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6 CONCLUSÃO.	37
7 REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de mandioca, pode ser utilizada de diversas formas, em farinha e fécula, cozida para o consumo humano, ou mesmo para compor ração animal. Apesar de sua importância, a baixa produtividade brasileira influenciada pelo baixo nível tecnológico da cultura é um fator de produção limitante. A mandioca é adaptada aos trópicos, considerada rústica, sendo comum seu cultivo em solos pobres, arenosos e sem a aplicação de fertilizantes ou corretivos. Contudo, com a utilização de tecnologias como correção do solo, adubação, uso de inoculantes e genótipos superiores estima-se elevadas produtividades, chegando até 40 t ha⁻¹ ano⁻¹ de raízes (CONAB, 2022).

Apesar de se adaptar aos mais diferentes agroecossistemas, a cultura da mandioca apresenta alta interação genótipo x ambiente, ou seja, os genótipos apresentam adaptação específica às condições edafoclimáticas de uma determinada região. Uma maneira de aumentar a produtividade das culturas é por meio da aplicação de inoculantes, que buscam aprimorar e estimular o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas. Os inoculantes são produtos que promovem ganhos às plantas, favorecendo a expressão do seu potencial genético e estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (SILVA et al., 2014).

Algumas cepas fúngicas do gênero *Trichoderma* apresentam capacidade para elevar a qualidade e a produtividade de culturas por meio de síntese de enzimas e hormônios vegetais. Uma das indicações sobre atividades do *Trichoderma* como estimulador do crescimento vegetal é atribuído a interações com fatores bioquímicos e à produção de diversas enzimas e compostos benéficos. Outros benefícios proporcionados pela ação desses fungos estão na habilidade de solubilizar nutrientes fundamentais para as plantas (STEFFEN et al., 2022).

Neste contexto, a utilização de inoculantes fúngicos, como os do gênero *Trichoderma*, surge como uma alternativa promissora para o manejo sustentável da cultura da mandioca. Esses produtos podem não apenas aumentar a eficiência nutricional e a saúde do solo, mas também potencializar o desenvolvimento vegetal (STEFFEN et al., 2022).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo geral de avaliar a cultura da mandioca de mesa cultivada no Oeste Paulista, associando estratégias de uso de inoculantes no momento do plantio.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram avaliar a adaptação do genótipo de mandioca de mesa amarela às condições de cultivo na região da Nova Alta Paulista quanto às características de interesse agrônomo;

Manter um banco ativo de genótipo de mandioca de mesa amarela;

Estudar a interação dos inoculantes *Trichoderma* em diferentes doses na cultura da mandioca com relação ao desenvolvimento vegetativo e produtividade de raízes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura da mandioca de mesa

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma das culturas mais versáteis e essenciais para a segurança alimentar global. Suas raízes, ricas em carboidratos, servem como base alimentar para milhões de pessoas, especialmente em países em desenvolvimento (GUIMARÃES et al., 2017; UTSUMI et al., 2019), além de serem utilizadas na alimentação animal (SOUZA et al., 2019) e na produção de biocombustíveis, como biogás (Guimarães et al., 2017; BEZERRA et al., 2019).

Pode ser cultivada por pequenos produtores, especialmente os de base familiar, ou por grandes produtores. Uma parte da produção é destinada ao consumo in natura, enquanto a maior parte é voltada para a indústria (ANDRADE JUNIOR et al., 2017). Trata-se de uma cultura de significativa importância social para a população brasileira, especialmente para aqueles que a cultivam com menor investimento em tecnologia, como os pequenos produtores, para os quais a mandioca representa a principal fonte de renda (TIRONI et al., 2015).

Além de sua importância socioeconômica, a mandioca também se destaca por seus benefícios nutricionais. As variedades amarelas são ricas em β -caroteno, um precursor da vitamina A, essencial para a visão, o sistema imunológico e a saúde da pele. Suas raízes também contêm carboidratos complexos, que fornecem energia de liberação gradual, tornando-se uma excelente fonte alimentar para populações que enfrentam insegurança alimentar. Outros nutrientes presentes incluem cálcio, ferro e vitaminas do complexo B, que contribuem para a manutenção da saúde óssea, prevenção da anemia e melhoria do metabolismo energético (CEPLAC, 2012; MEZZETE et al., 2009).

Os usos da mandioca são diversificados. Para consumo humano, ela é preparada de várias formas, incluindo cozida, frita e em pratos tradicionais como purês e bolos. Sua farinha é amplamente utilizada na produção de pão, tapioca e outros. Além disso, a mandioca é fundamental para a fabricação de subprodutos industriais, como amidos modificados, usados em indústrias farmacêuticas e alimentícias (MEZZETE et al., 2009).

No setor agropecuário, a mandioca é utilizada na formulação de rações para animais, devido à alta digestibilidade de suas raízes e folhas. Estudos

demonstram que a inclusão da mandioca em dietas de suínos e aves melhora a eficiência alimentar, reduzindo custos para os produtores. Além disso, os resíduos do processamento da mandioca podem ser aproveitados na produção de bioetanol e biogás, promovendo a sustentabilidade energética (GUIMARÃES et al., 2017).

Globalmente, os maiores produtores de mandioca são Nigéria, com cerca de 60 milhões de toneladas anuais, seguida por Tailândia e Indonésia, que alcançam respectivamente 30 e 20 milhões de toneladas/ano (FAO, 2022). No Brasil, a produção em 2021 foi de aproximadamente 20,1 milhões de toneladas, o que posiciona o país na quarta colocação mundial. Entre os estados brasileiros, o Pará lidera com mais de 3,9 milhões de toneladas, seguido pelo Paraná (3,5 milhões de toneladas) e São Paulo (1,2 milhões de toneladas) (IBGE, 2022). No oeste paulista, a região do Médio Paranapanema destaca-se com uma produtividade média superior a 20 toneladas por hectare, devido ao manejo intensivo e condições edafoclimáticas favoráveis (DUARTE e KANTHACK, 2017; (PIGATTO et al., 2015).

Apesar de a mandioca ser conhecida por sua capacidade de produzir bem em solos de baixa fertilidade, estudos mostram que a cultura responde positivamente ao manejo intensivo. Técnicas como adubação, preparo de solo adequado e controle biológico contribuem para aumentar a produtividade, especialmente em cultivos comerciais destinados ao mercado de mesa, onde características como textura e sabor são essenciais (HOWELER, 1980).

Além disso, a produção de mandioca para consumo direto apresenta desafios únicos. As raízes devem atender a requisitos rigorosos de qualidade, como uniformidade, ausência de toxinas e rápida capacidade de cozimento, aspectos que demandam maior investimento em pesquisa e tecnologia para atender às exigências do mercado consumidor (MEZETTE et al., 2009).

3.2 Microorganismos benéficos na agricultura

Os microorganismos benéficos têm desempenhado um papel crucial no desenvolvimento de sistemas agrícolas mais sustentáveis. Fungos, bactérias e micorrizas promovem uma série de benefícios, como a solubilização de nutrientes, aumento da resistência a estresses abióticos e controle biológico de patógenos (ALTOMARE et al., 1999; HERMOSA et al., 2013).

Na agricultura, os bioinsumos têm se mostrado promissores. Por exemplo, espécies de *Bacillus* e *Rhizobium* são amplamente utilizadas para fixação biológica de nitrogênio em leguminosas, enquanto micorrizas arbusculares têm se destacado no aumento da absorção de fósforo em cereais (SAMSON et al., 2022; HERMOSA et al., 2012). O uso desses organismos promove um equilíbrio no microbioma do solo, favorecendo culturas mais saudáveis e produtivas.

No Brasil, como grande produtor agrícola, o uso de bioinsumos representa uma alternativa econômica e ambientalmente sustentável. Dados recentes mostram que o uso de microorganismos pode reduzir custos com insumos químicos em até 30%, além de minimizar os impactos ambientais. Essa abordagem é especialmente relevante para culturas como a mandioca, cujo sistema radicular se beneficia de simbioses microbianas para melhorar a absorção de nutrientes e resistir a condições adversas (MOREIRA et al., 2021).

3.3 *Trichoderma*: benefícios, desafios e aplicações

Os fungos do gênero *Trichoderma*, destacam-se entre os bioinsumos devido à sua eficácia em promover o crescimento de plantas e controlar doenças. Estudos indicam que esses fungos podem aumentar a produtividade em várias culturas. Na soja, por exemplo, o uso de *Trichoderma* resultou em um incremento de até 25% na produção de grãos, enquanto no milho houve melhorias na sanidade radicular e absorção de nutrientes (STEFFEN et al., 2022).

Embora as pesquisas na cultura da mandioca ainda sejam incipientes, os resultados preliminares são promissores. No estado do Rio Grande do Sul, um experimento com a variedade 'Gema de Ovo' mostrou que a inoculação com *Trichoderma* aumentou o número médio de raízes por planta em 76,56% e a massa fresca total em 269% em comparação ao controle (STEFFEN et al., 2022). Esses resultados sugerem que benefícios semelhantes podem ser observados na mandioca de mesa, incluindo maior eficiência na absorção de nutrientes e resistência a estresses bióticos e abióticos.

Por meio da solubilização de fósforo e micronutrientes, bem como pela síntese de hormônios vegetais, como ácido indolacético (AIA), o *Trichoderma* promove um crescimento mais vigoroso das plantas. Essa característica é especialmente vantajosa para a mandioca, cuja produtividade está diretamente

associada ao desenvolvimento das raízes tuberosas (ALTOMARE et al., 1999; MANZAR et al., 2022).

O uso de *Trichoderma* na agricultura tem tanto vantagens quanto desvantagens. Como benefício, esse fungo é um potente agente biocontrolador, reduzindo a dependência de produtos químicos e estimulando o crescimento das plantas, especialmente das raízes, além de aumentar a resistência a doenças e estresses ambientais. Estudos indicam que *Trichoderma* pode melhorar a produtividade das culturas e ajudar na sustentabilidade agrícola. No entanto, existem desafios relacionados à sua aplicação, como a variação de eficácia dependendo das condições ambientais, da dosagem e do tipo de solo, o que pode resultar em efeitos inconsistentes ou negativos em algumas variedades de plantas (HARMAN et al., 2004; SHORESH et al., 2010).

Para culturas como a mandioca de mesa, a aplicação de *Trichoderma* tem o potencial de melhorar aspectos qualitativos e quantitativos. Apesar disso, mais estudos são necessários para entender os mecanismos específicos dessa interação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Oeste Paulista, no município de Dracena, com baixa altitude, nas áreas experimentais do Campus da UNESP, com temperatura média anual de 23,0°C, precipitação média de 1.161 mm ao ano. O clima é classificado predominantemente do tipo Aw de acordo com a classificação Koppen, o solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, de textura arenosa. A textura do solo, determinada pelo método da pipeta, no laboratório de solos foi: 86,6 g kg⁻¹ de argila, 836,5g kg⁻¹ de areia e 76,9 g kg⁻¹ de silte.

O experimento foi realizado durante o período de novembro de 2023 a agosto de 2024. A cultura avaliada foi a mandioca de mesa amarela (*Manihot esculenta Crantz*), sendo as ramas fornecidas por um produtor rural de Paulicéia-SP.

Em novembro de 2023 foram coletadas duas amostras compostas de solo, nas profundidades de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, formadas por 20 amostras simples, para análise química do solo (RAIJ et al., 2001), sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento. Dracena-SP

Amostra	pH	M.O. (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	H+A	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%
				----- (mmol _c dm ⁻³) -----						
0-20 cm	4,9	15	7	19	1,9	10	7	18,1	37,1	48,8
20-40cm	4,2	12	6	25	1,7	5	3	28,2	34,8	28,2

Amostra	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	B	
	----- (g dm ⁻³) -----					
0-20 cm		8	0,7	4,7	1,6	0,20
20-40 cm	16	1,0	5,7	1,1	0,16	

4.1 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi instalado em campo sob delineamento de blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial 4 x 2 representando a combinação de quatro doses (0 (controle), 5, 10 e 20 litros do inoculante para cada 12.346 manivas sementes, que corresponde à população necessária para o plantio de 1 hectare) dos inoculantes *Trichoderma Harzianum* e *Trichoderma Virens*, totalizando oito tratamentos, conforme representados na Tabela 2, com quatro repetições, totalizando 32 parcelas.

Cada parcela experimental contou com três linhas de plantio, com espaçamento entre linhas de 0,9m, e 5 metros de comprimento, num total de 13,5 m². A distância entre plantas na linha foi de 0,9m, ou seja, 5 plantas em cada linha de plantio. No total a população foi de 12.346 plantas ha⁻¹. Entre uma parcela e outra foi estabelecido distância de 1,8m para evitar contaminação dos inoculantes.

Tabela 2. Tratamentos do experimento de mandioca amarela com os inoculantes *T. harzianum* e *T. virens*. Dracena-SP ano agrícola 2023/24.

Tratamento	Dose de <i>T. harzianum</i> L ha ⁻¹)	Dose de <i>T. virens</i> L ha ⁻¹)
1	-	0
2	-	5
3	-	10
4	-	20
5	0	-
6	5	-
7	10	-
8	20	-

Fonte: Elaborado pelo autor

As cepas dos inoculantes pertencem à coleção de fungos benéficos do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal (CEFLOR) – Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) – Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) do Rio Grande do Sul, e apresentaram concentração de $1,47 \times 10^6$ conídios e $6,76 \times 10^5$ conídios por mL do produto para *T. harzianum* e *T. virens* respectivamente.

4.2 Preparo da área, plantio e tratos culturais da mandioca

O experimento foi implantado em uma área coberta por vegetação espontânea, principalmente dominada por gramíneas do gênero *Urochloa* (Brachiaria).

O preparo do solo foi realizado no dia 12 de dezembro de 2023, utilizando grade aradora e grade niveladora, seguindo os métodos convencionais de preparo de solo. A abertura dos sulcos foi realizada com um implemento cultivador, com profundidade entre 10 e 12 cm e largura aproximada de 20 cm. No entanto, foi necessário complementar o processo fazendo a abertura das covas manualmente com uma enxada no dia 13 de dezembro (Figura 1).

Figura1. Abertura dos sulcos de plantio com implemento cultivador e abertura manual das covas de plantio com a enxada.



Fonte: Elaborado pelo autor

Na manhã do dia 14/12/2023 foram aplicadas as diferentes doses dos inoculantes diretamente sobre as manivas, em um local à sombra. A vazão do pulverizador manual foi ajustada para 80 L ha^{-1} . No momento da aplicação dos inoculantes, foi realizada 01, 02 e 04 pulverizações para as doses de 5, 10 e 20 L ha^{-1} respectivamente. Para o tratamento controle foi aplicado água deionizada. Após as manivas estarem secas, na mesma manhã, procedeu-se o plantio. Foi realizada a adubação de plantio, com o fertilizante 04-14-08 na dose de 370 kg ha^{-1} , aplicado a 12cm de profundidade e as manivas plantadas na profundidade de 5 cm. Logo após o plantio foi instalada a irrigação na área, e acionada por 3 horas, com vazão dos aspersores de 9 mm hora^{-1} .

Os processos realizados pré e pós-plantio estão representados no agrupamento da Figura 2.

Figura 2. Aplicação dos inoculantes nas manivas, adubação de plantio, plantio das manivas e instalação da irrigação. Dracena-SP.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para o controle de plantas daninhas, foi realizado a aplicação do herbicida pré-emergente Herbadox[®] 400 EC na dose de 2,5 L ha⁻¹, num volume de calda de 200 L ha⁻¹, no dia 18/12/2023. Também foram realizadas duas capinas, a primeira em 10/01 e a segunda em 29/02/2024 para remover as plantas daninhas

presentes nas parcelas, evitando a competição indesejada, ilustradas nas imagens das Figuras 3 e 5.

Figura 3. Capina manual nas parcelas com a cultura da mandioca amarela.



Fonte: Elaborado pelo autor

A adubação de cobertura foi realizada em 06/02/24 aplicando-se 60 kg ha⁻¹ de N e de K₂O, fontes uréia e cloreto de potássio respectivamente (Figura 4).

Figura 4. Adubação de cobertura aos 60 dias após o plantio.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5. Segunda capina em 29/02/2024 para remover as plantas daninhas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Em 22/03/2024 foi realizado o controle de Mandarová (*Erinnyis ello* L.), com a aplicação do inseticida Nomont® 150 SC na dose de 0,2 L ha⁻¹, num volume de calda de 165 L ha⁻¹, principal praga da cultura, responsável por reduzir área foliar (Figura 6).

Figura 6. Controle da lagarta *Erinnyis ello* realizada em 22/03/24.



Fonte: Elaborado pelo autor

Em 19/05/24 foi feita a aplicação de fungicida COMET® ES na dose de 0,4 L ha⁻¹, num volume de calda de 150 L ha⁻¹, para o controle da Cercosporiose (*Cercospora beticola*) que causam manchas foliares e comprometimento de folhas e caules da mandioca (Figura 7).

Figura 7. Controle da *Cercospora beticola* em 19/05/24.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Avaliações realizadas

As avaliações realizadas foram de leitura SPAD de clorofila, altura das plantas, massa seca da parte aérea, comprimento e diâmetro das raízes, além da produtividade de raízes.

O teor de clorofila foi medido aos 57 DAP (09/02) e aos 85 DAP (09/03) utilizando um clorofilômetro, instrumento que analisa a quantidade de luz transmitida pela folha (Figura 8).

Figura 8. Leitura da clorofila aos 85 dias após a emergência das plantas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a avaliação da massa seca de parte aérea e parte radicular aos 85 DAP, foram selecionadas duas plantas, que foram retiradas do solo e tiveram seus componentes (caule e folhas, e raízes) separados manualmente. Cada componente foi acondicionado individualmente em sacos de papel e colocado em uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C por cerca de 72 horas, ou até que obtivessem peso constante, para a determinação do teor de matéria seca. A massa seca de parte aérea aos 230 DPA foi realizado o mesmo procedimento, porém em cinco plantas por parcela.

A altura das plantas aos 230 DAP foi medida em cinco plantas escolhidas aleatoriamente dentro da parcela, utilizando uma trena para calcular o comprimento do caule, desde o nível do solo até o ápice da planta.

As raízes tuberosas coletadas aos 230 DAP tiveram seu diâmetro e comprimento medidos, respectivamente, com um paquímetro e uma trena. A produtividade de raízes foi obtida pesando todas as raízes de cada planta. Essas avaliações foram realizadas em cinco plantas por parcela.

4.4 Análises estatísticas dos dados

Ao final do experimento, os dados referentes às doses foram submetidos a análises de variância e regressão polinomial. As médias para os inoculantes foram analisadas utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 3 de probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses sobre leituras spad de clorofila e sobre a altura de plantas, não houve interação dos fatores inoculantes e doses sobre os resultados de altura de planta (m). É possível observar que somente as doses interferiram na altura das plantas, independente do inoculantes usado. De acordo com a equação de regressão, houve uma relação linear positiva entre as doses e os valores de altura de plantas, sendo que, conforme houve aumento nas doses dos inoculantes, também se observou aumento na altura das plantas. Cada litro de inoculante adicionado resultou em um incremento de aproximadamente 0,013 metros na altura das plantas (estimação com acurácia de 88,96%). De acordo com Chowdappa et al. (2013), o uso de *Trichoderma spp.* em arroz aumentou significativamente a altura das plantas devido à produção de fitormônios pelos microrganismos, o que promove o desenvolvimento vegetal.

As leituras de clorofila foram realizadas em dois momentos, aos 57 e aos 85 dias após plantio (DAP), as quais também são apresentadas na tabela 4 (Desdobramento da interação entre inoculantes e doses nas leituras spad de clorofila). Houve interação entre os inoculantes e as doses sobre as leituras de clorofila, nos dois períodos, evidenciando que o efeito que os inoculantes causam sobre os valores de clorofila dependem da dose utilizada.

Tabela 3. Probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses sobre leituras spad de clorofila e sobre a altura de plantas.

Efeitos	Altura de plantas (m)	Leitura de clorofila		
		Spad 57 DAP	Spad 85 DAP	
Inoculantes	<i>T. virens</i>	2,25	48,98	49,72
	<i>T. harzianum</i>	2,24	47,20	49,55
Doses, L ha ⁻¹	0	2,09	48,18	49,50
	5	2,22	48,54	49,86
	10	2,30	47,22	50,25
	20	2,36	48,41	48,92
CV %	3,45	3,03	2,40	
Inoculantes	0,702	0,002	0,680	
Doses	< 0,001 ¹	0,288	0,176	
Interação	0,562	0,003	0,048	

¹ Equação: $y = 2,129 + 0,01292x$, $R^2 = 88,96\%$.

Na tabela 4 estão os desdobramentos das interações entre os fatores sobre as leituras de clorofila. Aos 57 dias, as doses do inoculante *Trichoderma virens* não alteraram as leituras de clorofila; porém, houve efeito quadrático na relação do aumento das doses de *Trichoderma harzianum* com os valores de clorofila, atingindo o ponto crítico (menores valores de clorofila) com a dose de 9,81 litros, explicando a diferença nos resultados entre inoculantes quando se utilizou as doses de 5 e 10 litros.

As leituras de clorofila spad, realizadas 85 dias após plantio, foram linearmente reduzidas pelo aumento das doses do inoculantes *Trichoderma virens*, apresentando uma redução de $-0,0879$ de leitura spad a cada litro aplicado do inoculante. Esse comportamento reflete o que Verma et al. (2007) apontaram em seus estudos, indicando que doses excessivas de *Trichoderma* podem alterar o metabolismo das plantas, reduzindo sua eficiência fotossintética em alguns contextos. O aumento das doses do *Trichoderma harzianum* não influenciou os valores de leitura de clorofila spad. Paralelamente, não houve diferença entre os inoculantes dentro das doses testadas, com exceção da dosagem de 5 litros.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre inoculantes e doses nas leituras spad de clorofila.

Inoculantes	Doses, L ha ⁻¹				Probabilidade	
	0	5	10	20	Linear	Quadrática
Spad 57 DAP						
<i>Trichoderma virens</i>	48,18	50,11	49,63	48,00	0,497	0,065
	a ¹	a	a	a		
<i>Trichoderma harzianum</i>	48,18	46,98	44,82	48,83	0,490	0,001 ²
	a	b	b	a		
Spad 85 DAP						
<i>Trichoderma virens</i>	49,50	50,93	50,28	48,18	0,041 ³	0,085
	a ¹	a	a	a		
<i>Trichoderma harzianum</i>	49,50	48,80	50,23	49,66	0,550	0,771
	a	b	a	a		

¹ Médias seguidas de letras distintas indicam diferença entre os inoculantes dentro das doses.

² Equação: $y = 48,48 - 0,6231x + 0,03175x^2$, $R^2 = 87,84\%$.

³ Equação: $y = 50,49 - 0,087857x$, $R^2 = 40,24\%$.

As análises de matéria seca da parte aérea e da raiz encontram-se na tabela 5. Houve interação dos inoculantes e das doses apenas para a parte aérea antes da colheita, e o desdobramento dessa interação encontra-se na tabela 6. Apenas as doses tiveram efeito sobre a matéria seca da parte aérea na colheita e sobre a matéria seca da raiz aos 90 dias após emergência.

O aumento das doses, independente do inoculante, diminuiu a matéria seca da parte aérea na colheita até a inclusão de 8,7 litros. A partir desse valor, o aumento das doses aumentou a matéria seca da parte aérea na colheita. Já a matéria seca da raiz aos 90 dias após a emergência decresceu linearmente com o aumento das doses, sendo que cada litro de inoculante proporcionou um decréscimo de $-0,001984$ nessa variável resposta. Lorito et al. (2010) e Contreras-Cornejo et al. (2009), destacam que doses intermediárias de *Trichoderma* spp. promovem maior crescimento radicular em diversas culturas, mas doses elevadas podem causar efeitos negativos devido à competição por recursos ou excesso de metabólitos secundários liberados pelo microrganismo.

Tabela 5. Probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses sobre a matéria seca da parte aérea e da raiz.

Efeitos		Matéria seca		
		Parte área	Parte aérea na colheita	Raiz aos 90 dias após emergência
Inoculantes	<i>T. virens</i>	0,687	1,133	0,131
	<i>T. harzianum</i>	0,614	1,207	0,126
Doses, L ha ⁻¹	0	0,735	1,244	0,156
	5	0,571	1,007	0,130
	10	0,637	1,109	0,116
	20	0,658	1,322	0,113
CV %		12,94	19,76	20,59
Fontes de variação		Probabilidades		
Inoculantes		0,023	0,212	0,5861
Doses		0,008	0,005 ¹	0,0163 ²
Interação		0,003	0,067	0,2452

¹ Equação: $y = 1,216 - 0,0382x + 0,002198x^2$, $R^2 = 84,38\%$.

² Equação: $y = 0,146 - 0,001984x$, $R^2 = 75,82\%$.

Analisando a interação dos fatores na matéria seca da parte aérea, observa-se que a inclusão de *Trichoderma virens* não teve efeito (Tabela 6). No entanto, o aumento das doses de *Trichoderma harzianum* provocou um efeito quadrático, diminuindo a matéria seca da parte aérea até a dose de 12,1 litros, e, a partir dessa dose, aumentou os valores da variável resposta. Esse comportamento quadrático resultou numa diferença entre os inoculantes com a inclusão de 10 litros, em que o *Trichoderma virens* proporcionou maior valor do que o *Trichoderma harzianum*.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre inoculantes e doses sobre a matéria seca da parte aérea.

Inoculantes	Doses, L ha ⁻¹				Probabilidade	
	0	5	10	20	Linear	Quadrática
Matéria seca da parte aérea						
<i>Trichoderma virens</i>	0,737 a ¹	0,530 a	0,774 a	0,705 a	0,483	0,467
<i>Trichoderma harzianum</i>	0,732 a	0,611 a	0,501 b	0,611 a	0,068	0,003 ²

¹ Médias seguidas de letras distintas indicam diferença entre os inoculantes dentro das doses.

² Equação: $y = 0,7402 - 0,038015x + 0,001571x^2$, $R^2 = 96,93\%$

Características da raiz, como, matéria fresca na colheita (kg⁻¹planta), diâmetro (mm) e comprimento (cm) estão apresentadas na tabela 7. Houve interação dos fatores sobre as três respostas analisadas, indicando que cada inoculante tem um efeito específico, e o efeito deles pode depender da dose.

Tabela 7. Probabilidade e médias dos efeitos dos inoculantes e das doses nas características da raiz.

Efeitos		Características da raiz		
		Matéria fresca na colheita, kg ⁻¹ planta	Diâmetro, mm	Comprimento, cm
Inoculantes	<i>T. virens</i>	1,55	44,94	27,63
	<i>T. harzianum</i>	1,44	43,38	26,76
Doses, L ha ⁻¹	0	1,78	47,70	27,75
	5	1,58	45,95	27,68
	10	1,49	42,03	28,35
	20	1,14	40,95	25,00
CV %		20,07	4,95	7,24
Fontes de variação		Probabilidades		
Inoculantes		0,337	0,056	0,229
Doses		0,004	< 0,001	0,013
Interação		0,033	0,021	< 0,001

A matéria fresca da raiz na colheita não foi influenciada pelo uso do inoculante *Trichoderma virens* (Tabela 8), de acordo com Hermosa et al. (2012), *Trichoderma virens* tem demonstrado um efeito positivo no crescimento das raízes e na biomassa em diversas culturas, principalmente devido à indução de auxinas que favorecem o desenvolvimento radicular. Já o *Trichoderma harzianum* diminuiu linearmente a resposta em $- 0,045071$ a cada litro de inoculante adicionado, levando a uma diferença entre os inoculantes na dose mais alta de 20 litros (+ 0,63 com o *T. virens*).

O diâmetro da raiz diminuiu com o uso de *Trichoderma virens*, até a dose de 14,3 litro, apresentando aumento a partir desse ponto. O *Trichoderma harzianum* diminuiu linearmente o diâmetro da raiz, ou seja, quanto mais adição desse inoculante, menor são os valores dessa variável resposta. Esse comportamento diferente entre os inoculantes em função da dose levou a uma diferença entre os dois quando foi utilizado 20 litros, sendo que, novamente, o *Trichoderma virens* causou o maior resultado. O estudo de Shores et al. (2010) revelou que *Trichoderma harzianum* pode ter um impacto variável no diâmetro das raízes, dependendo da dose aplicada. De acordo com Harman (2006), esses efeitos dependem tanto do tipo de planta hospedeira quanto das condições ambientais, podendo, em alguns casos, melhorar a biomassa e o crescimento das raízes, enquanto em outros, o efeito pode ser neutro ou até negativo, como foi observado em algumas dosagens mais altas de *Trichoderma harzianum*.

O comprimento da raiz não foi influenciado pelo *Trichoderma virens*. Com o *Trichoderma harzianum*, observou-se efeito quadrático no comprimento da raiz, proporcionando aumento no comprimento da raiz com o incremento das doses do inoculante até 7,7 litros. A partir desse ponto, o comprimento da raiz diminuiu com o aumento das doses. O estudo de Bae et al. (2009) também encontrou um efeito quadrático para o uso de *Trichoderma harzianum* similar ao encontrado neste trabalho, possivelmente devido ao efeito de compostos antimicrobianos produzidos pelo fungo. Houve uma interação de ordem entre os inoculantes: com a dose de 5 litros, o inoculante que apresentou maiores valores foi o *T. virens*, com 10 litros foi o *T. harzianum*, e com 20 litros foi novamente o *T. virens*.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre inoculantes e doses nas características da raiz.

Inoculantes	Doses, L ha ⁻¹				Probabilidade	
	0	5	10	20	Linear	Quadrática
	Matéria fresca da raiz na colheita, kg ⁻¹ planta					
<i>Trichoderma virens</i>	1,78 a ¹	1,64 a	1,32 a	1,46 a	0,117	0,175
<i>Trichoderma harzianum</i>	1,78 a	1,52 a	1,65 a	0,83 b	< 0,001 ²	0,162
	Diâmetro da raiz, mm					
<i>Trichoderma virens</i>	47,70 a ¹	47,30 a	41,15 a	43,60 a	0,004	0,022 ³
<i>Trichoderma harzianum</i>	47,70 a	44,60 a	42,90 a	38,30 b	< 0,001 ⁴	0,782
	Comprimento da raiz, cm					
<i>Trichoderma virens</i>	27,75 a ¹	29,80 a	25,95 b	27,00 a	0,221	0,843
<i>Trichoderma harzianum</i>	27,75 a	25,55 b	30,75 a	23,00 b	0,010	0,004 ⁵

¹ Médias seguidas de letras distintas indicam diferença entre os inoculantes dentro das doses.

² Equação: $y = 1,8392 - 0,045071x$, $R^2 = 82,67\%$.

³ Equação: $y = 48,57 - 0,8723x + 0,03045x^2$, $R^2 = 68,28\%$.

⁴ Equação: $y = 47,18 - 0,4577x$, $R^2 = 99,22\%$.

⁵ Equação: $y = 26.649 + 0.54405x - 0,035409x^2$, $R^2 = 54,46\%$.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que os inoculantes *Trichoderma virens* e *Trichoderma harzianum* apresentam potencial significativo para influenciar o desenvolvimento vegetativo da mandioca de mesa, especialmente na altura das plantas, que respondeu positivamente ao aumento das doses.

No entanto, os resultados não evidenciaram melhorias consistentes em características relacionadas às raízes, como peso fresco, diâmetro ou comprimento.

Esses dados reforçam a importância de se avaliar cuidadosamente a interação entre doses e tipos de inoculantes para maximizar os benefícios, considerando que os efeitos observados são específicos para determinados parâmetros de crescimento. Pesquisas adicionais são necessárias para entender melhor os mecanismos que limitam a resposta das raízes em função dos tratamentos aplicados.

7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, O. de; MARQUES, T. A.; CARVALHO, P. R.; RAMOS, V. M.; ALVES, V. C. Efeito da densidade populacional na produtividade de raízes de mandioca. **Bioenergia em revista**, v. 7, n. 1, p. 08-18, 2017.
- ALTOMARE, C. et al. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, 1999.
- BAE, H.; KIM, Y.; PARK, C.; PELZ, J. F.; PARK, H.; PARK, S. *The role of Trichoderma harzianum in tomato root development and disease resistance. Plant Pathology Journal*, v. 25, n. 3, p. 203-210, 2009. DOI: 10.5423/PPJ.2009.25.3.203.
- BEZERRA, C. B.; MEDEIROS, E. V.; SILVA, C. A. D.; NOTARO, K. A.; NEGREIROS, A. M. P.; JÚNIOR, R. S. NON-autoclaved poultry litter and soil are eficiente in controlling *Scybalidium lignicola* growth, the causal agent of cassava black root. **Summa Phytopathol.** v. 45, n.2, p. 191-196, 2019.
- CAVALLET, L.; PESSOA, A.; HELMICH, J.; HELMICH, P.; Ost, C. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 4, p. 129-132, 2000.
- CEPLAC - Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. Mandioca. Distrito Federal: CEPLAC. <http://www.ceplac.gov.br/radar/Mandioca.htm> 15 Mar. 2012.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. **Sétimo levantamento**. v. 6, n. 6, março, 2022.
- Contreras-Comejo HA, Macías-Rodríguez L, CortésPenagos C, López-Bucio J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiol.** 2009.
- Chowdappa P, Nirmal Kumar BJ, Madhura S. Emergence of 13 A2 Blue lineage of *Phytophthora infestans* was responsible for severe outbreaks of late blight on tomato in south-west India. **Journal of Phytopathology**. 2013; 161:49-58.

DUARTE, J. O.; KANTHACK, R. A produção de mandioca no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Data on cassava production. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 17 nov. 2024.

GUIMARÃES, D. G.; PRATES, C. J. N.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO, A. D.; SANTOS, V. S.; MATSUMOTO, S. N.; NOVAES, Q. S.; JÚNIOR, N. S. C.; LOPES, S. C. Physiological and agronomic characteristics of cassava genotypes. *African Journal of Agricultural Science*. v. 12, n. 5, p. 354-361, 2017.

Harman GE, Petzoldt R, Comis A, Chen J (2004) Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effect of this interaction on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotricum graminicola*. *Phytopathol* 94(2):147–153

Harman GE (2006) Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathol*. doi:10.1094/PHYTO-96-0190

HERMOSA, R. et al. *Trichoderma* spp.: advances in understanding the physiology and genetic basis of biocontrol and biofertilization. *Molecular Plant Pathology*, v. 14, n. 4, p. 343-362, 2013.

Hermosa R, Viterbo A, Chet I, Monte E. Plant beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*. 2012; 158:17-25.

HOWELER, R. H. Mineral nutrition and fertilization of cassava. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, Cali, Colômbia, 1980.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Produção Agrícola 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>.

Lorito M, Woo SL, Harman GE, Monte E: **Translational research on *Trichoderma*: from 'omics to the field**. *Annu Rev Phytopathol* 2010, **48**: 395–517. 10.1146/annurev-phyto-073009-114314.

MANZAR, N. et al. Plant growth promotion by *Trichoderma* spp. under abiotic stresses: a review. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 41, p. 1-18, 2022.

MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A.; SILVA, M. G.; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009.

MOREIRA, F. et al. Rhizosphere microbiome: characterization and plant growth-promotion effects of *Bacillus* spp. *Agronomy*, v. 11, n. 1, p. 117-131, 2021.

PIGATTO, G. A. S.; QUEIROZ, T. R.; LOURENZANI, A. E. B. Redes sociais de produtores de mandioca em regiões do estado de São Paulo. *Interações, Campo Grande*, v. 16, n. 1, p. 75-86, 2015.

SAMSON, R. et al. Microbial innovations in agricultural sustainability. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, p. 1-15, 2022.

SILVA, J.V.D.; MIGLIORANZA, E.; OLIVEIRA, E. C. DE; FELTRAN, J. C. Mandioca 'IAC 14' tratada com reguladores vegetais e bioestimulante. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.10, n.1, p.38-48, 2014.

SHORESH, M.; JIN, M.; HARMAN, G. E. *Mycoparasitism and its role in the biological control of soil-borne pathogens. Soil Biology and Biochemistry*, v. 42, n. 4, p. 589-597, 2010. DOI: 10.1016/j.soilbio.2009.12.013.

SOUZA, F. V. A.; RIBEIRO, S. C. A. ; SILVA, F. L. DA ; TEODÓSIO, A. E. M. M. Waste of the cassava in family agroindustries in the northeast Pará, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.14, n. 1, p.92-98, 2019.

STEFFEN, G.P.K.; STEFFEN, R.B.; MALDANER, J.; BOENI, M.; MORAIS, R.M.; CONTERATO, I.F.; MORTARI, J.L.M. Incremente de produtividade na mandioca pelo uso de fungos do gênero *Trichoderma*. **Boletim técnico 07**. Porto Alegre. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. 2022.

TIRONI, L. F.; UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A.; SAMBORANHA, F. K.; FREITAS, C. P. O.; SILVA, M. R. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. *Bragantia*. v. 74, n.1, p. 58- 66, 2015.

Verma M, Brar SK, Tyagi RD, Surampalli RY, Valero JR (2007) Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. *Biochem Eng J* 37(1):1–20.