

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

THAYANE KELLY DOS SANTOS

**MANDIOCA “TIPO MESA” CULTIVADA COM BIOINSUMOS NO MUNICÍPIO
DE CAMPO ALEGRE, ALAGOAS**

Rio Largo – AL
2023

THAYANE KELLY DOS SANTOS

**MANDIOCA “TIPO MESA” CULTIVADA COM BIOINSUMOS NO MUNICÍPIO
DE CAMPO ALEGRE, ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Campus de Engenharias
e Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Alagoas, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Dr. Antonio Dias Santiago

Rio Largo – AL

2023

Catalogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S237m Santos, Thayane Kelly dos.

Mandioca “tipo mesa” cultivada com bioinsumos no município de campo Alegre, Alagoas. / Thayane Kelly dos Santos. – 2023.

38f.: il.

Orientador(a): Antonio Dias Santiago.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Macaxeira. 2. Cultivar Recife. 3. Inoculantes. I. Título.

CDU: 633:(981.35)

THAYANE KELLY DOS SANTOS

**MANDIOCA “TIPO MESA” CULTIVADA COM BIOINSUMOS NO
MUNICÍPIO DE CAMPO ALEGRE, ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Campus de Engenharias
e Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Alagoas e aprovado em 12
de dezembro de 2023.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente

 ANTONIO DIAS SANTIAGO
Data: 30/12/2023 06:35:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Antonio Dias Santiago
Embrapa Tabuleiros Costeiros
UEP Rio Largo-AL
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 REINALDO DE ALENCAR PAES
Data: 26/12/2023 23:22:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Examinador)

Prof. Dr. Cícero Luiz Calazans de Lima
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Examinador)

Aos meus amados pais, Maria Cícera dos Santos e Josevaldo dos Santos.
A minha irmã, parceira e amiga de todos os momentos, Thayná Evelly dos Santos.
A vocês todo o meu amor, esforço e gratidão.

DEDICO

AGRADECIMENTO

A Deus pelo dom da vida, por ser o meu sustento e por me capacitar durante toda a graduação.

A minha padroeira querida, Nossa Senhora da Imaculada Conceição, por sempre interceder por mim, me amparar e acalmar o meu coração ansioso.

Ao meu orientador, Dr. Antonio Dias Santiago, por toda dedicação, confiança, apoio, paciência, amizade e aprendizados que levarei por toda a vida. Admiro muito o profissional e o ser humano esplêndido que és.

Ao engenheiro agrônomo Joaquim Soriano Bomfim Bisneto, por todo auxílio e conhecimentos compartilhados durante o período de experimento a campo.

A toda equipe da UEP da Embrapa Tabuleiros Costeiros de Rio Largo, AL, em especial a Dona Rute Amâncio, Weslany Roberto, Ítalo, Sr. Tenório, e aos estagiários João Livino, Suelen Espindula, Tainara Perciliano e Mateus Oliveira, por toda ajuda no processamento dos materiais, pelo acolhimento e amizade.

A fazenda Santa Maria, na pessoa da Renata Soares, por ter cedido a área para execução do experimento e por toda receptividade.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

A coordenação do curso de Agronomia e a todos os docentes que contribuíram para a minha formação, especialmente aos professores doutores Gildemberg Amorim Leal Junior, João Luciano de Andrade Melo Junior e Hugo Henrique Costa do Nascimento, os quais tive o privilégio e a oportunidade de participar dos laboratórios durante a minha graduação.

Ao meu pai, Josevaldo dos Santos, por todo incentivo e por me levar todos os dias no ponto de ônibus para que eu pudesse ir à universidade. A minha mãe, Maria Cícera dos Santos, por sempre me colocar em suas orações, por me incentivar e acreditar que eu sou capaz. A minha irmã, melhor amiga e futura colega de profissão, Thayná Evely dos Santos, por todo apoio e incentivo. Vocês são o meu combustível!

A minha dupla da graduação, Maria Gabriela Monteiro de Carvalho Andrade, por toda amizade e cumplicidade durante todos esses anos. A você, Gabi, a minha admiração. Desejo que a nossa simbiose perdure por toda a vida!

Aos meus amigos de graduação Emanuel Nascimento, Nicácio Brito, Ronald Santana, Cláudiano Leão, Bartolomeu Junior, Mesaque Monteiro, William Alexandre, Liandra Santos, Joyce Herculano, Gabriela Calheiros, José Neto, Gabriela Castelo, Fabiana Ribeiro e Élida

Correia, pela cumplicidade, amizade e por todos os aprendizados partilhados durante esses anos.

Ao professor Dr. Marcos Alex dos Santos por toda ajuda e disponibilidade.

A banca examinadora por todas atribuições.

Muito obrigada!

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), arbusto perene pertencente a família Euphorbiaceae, pode ser classificada de acordo com a concentração de ácido cianídrico em tipo mesa e indústria. A mandioca tipo mesa é muito cultivada em Alagoas, principalmente na região agreste do estado. A demanda por raízes e parte aérea é crescente. Os produtores buscam tecnologias modernas e de baixo custo visando aumento da produtividade e da qualidade do produto. Nesse cenário, os bioinsumos surgem como uma opção promissora. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as produtividades das raízes e da parte aérea de um genótipo de mandioca tipo mesa, cultivada com o uso de bioinsumos. O estudo foi conduzido na fazenda Santa Maria, em Campo Alegre, Alagoas, no período de outubro de 2022 a junho de 2023, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes doses de bioinsumos (testemunha, 150, 250, 350 e 500 mL do Biomaphos e 150 mL do Biotrophycus) pulverizados nas manivas-sementes da cultivar Recife, plantadas em sulcos com espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,60 m entre plantas. O plantio foi irrigado. As avaliações foram realizadas na colheita, oito meses após o plantio, abrangendo as seguintes características: altura de plantas, diâmetro de haste, comprimento e diâmetro de raízes comercializáveis, peso de raízes comercializáveis e não comercializáveis, peso de folhas e hastas, determinação do teor de amido, rendimento de farinha e tempo de cocção. Verificou-se que as diferentes doses dos tratamentos não afetaram altura de plantas, diâmetro de hastas, comprimento de raízes, teor de amido, rendimento de farinha e tempo de cocção. A dose de 150 mL do Biomaphos contribuiu para maior produtividade de folhas e peso total da parte aérea. Quanto à produtividade de raízes, a aplicação de 250 mL do Biomaphos resultou em rendimentos superiores a 9 t ha⁻¹ em comparação com a dose de 150 mL do Biotrophycus.

Palavras-chave: macaxeira; cultivar Recife; inoculantes

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.), a perennial shrub belonging to the Euphorbiaceae family, can be classified according to the concentration of hydrocyanic acid into table and industrial types. Table-type cassava is widely cultivated in Alagoas, mainly in the rural region of the state. The demand for roots and aerial parts is growing. Producers seek modern, low-cost technologies to increase productivity and product quality. In this scenario, bioinputs emerge as a promising option. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the productivity of the roots and shoots of a table-type cassava genotype, cultivated with the use of bioinputs. The study was conducted at the Santa Maria farm, in Campo Alegre, Alagoas, from October 2022 to June 2023, using a randomized block experimental design with six treatments and three replications. The treatments consisted of different doses of bioinputs (control, 150, 250, 350 and 500 mL of Biomaphos and 150 mL of Biotrophycus) sprayed on the seed plants of the Recife cultivar, planted in furrows with a spacing of 1,0 meter between rows and 0,60 meters between plants. The planting was irrigated. The evaluations were carried out at harvest, eight months after planting, covering the following characteristics: plant height, stem diameter, length and diameter of marketable roots, weight of marketable and non-marketable roots, weight of leaves and stems, determination of the content of starch, flour yield and cooking time. It was found that the different treatment doses did not affect plant height, stem diameter, root length, starch content, flour yield and cooking time. The 150 mL dose of Biomaphos contributed to greater leaf productivity and total aerial part weight. Regarding root productivity, the application of 250 mL of Biomaphos resulted in yields greater than 9 t ha⁻¹ compared to the 150 mL dose of Biotrophycus.

Key words: cassava; cultivate Recife; inoculants

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitações pluviais (mm) ocorridos durante a condução do experimento de mandioca tipo mesa cultivada com bioinsumos no município de Campo Alegre, Alagoas.	19
Figura 2. Diluição dos bioinsumos em 2 L de água para posterior pulverização nas manivas- sementes	20
Figura 3. Determinação de altura de plantas e diâmetro de haste.	21
Figura 4. Separação de hastes, folhas e raízes comercializáveis e não comercializáveis.	21
Figura 5. Pesagem de raízes e folhas utilizando balança digital portátil de gancho.	22
Figura 6. Avaliação do comprimento e diâmetro de raízes.	22
Figura 7. Pesagem de 3 kg de raízes de macaxeira, pelo método da balança hidrostática, para determinação da matéria seca	23
Figura 8. Pesagem das 100 g de raízes para posterior cozimento.	24
Figura 9. Raízes de macaxeira em processo de cozimento em fogão convencional. Cada panela tem 300 g de raízes	24
Figura 10. Raízes de macaxeira cozidas.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Altura de plantas em m (AP) e diâmetro do caule em mm (DC) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.....	26
Tabela 2. Peso de folhas em t ha ⁻¹ (PF), peso de hastes em t ha ⁻¹ (PH) e peso de parte aérea em t ha ⁻¹ (PA) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.....	27
Tabela 3. Diâmetro de raíz em mm (DR) e comprimento de raiz em cm (CR) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.....	28
Tabela 4. Produtividade de raízes: peso de raízes não comercializáveis em t ha ⁻¹ (PRNC) e peso de raízes comercializáveis em t ha ⁻¹ (PRC) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.....	29
Tabela 5. Teor de amido em % (TA) e rendimento de farinha em % (RF) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Cultura da Mandioca.....	15
2.2	Mandioca tipo mesa	15
2.3	Exigência nutricional	16
2.4	Importância do Fósforo	17
2.5	Bioinsumos.....	19
2.6	Biomaphos	19
2.7	Produção de bioinsumos on farm	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	Altura de plantas e diâmetro de haste	27
4.2	Produtividade de parte aérea	28
4.3	Comprimento e diâmetro de raízes.....	29
4.4	Produtividade de raízes.....	30
4.5	Teor de amido, rendimento de farinha e tempo de cocção	31
5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) é classificada como um arbusto perene, pertencente à família Euphorbiacea, tendo como principal característica o armazenamento de amido nas raízes, podendo ser colhida de 6 a 24 meses após o plantio (ALVES, 2009). É também considerada a principal espécie cianogênica do Brasil por conter os glicosídeos linamarina e lotaustralina, que podem gerar o altamente tóxico ácido cianídrico (HCN) (AMORIM et al., 2006).

A classificação da mandioca em tipo mesa ou indústria depende da concentração de HCN, sendo acima de 50 mg kg^{-1} ou 100 ppm para indústria e abaixo para mesa, com denominações regionais como mandioca mansa, doce, macaxeira e aipim (BOLHUIS, 1954; CHISTÉ; COHEN, 2008; SANTIAGO et al., 2023). O consumo humano seguro de HCN é de 0,5 a 3,5 mg kg^{-1} de peso vivo, mas quantidades superiores podem causar intoxicação, levando ao bloqueio respiratório e, potencialmente, à morte por asfixia (SREEJA et al., 2003; SIRITUNGA; SAYRE, 2004). A manipueira, resíduo da mandioca rico em HCN, ao ser descartada sem tratamento adequado, pode contaminar a água, causar toxicidade em organismos aquáticos, acidificar o solo e prejudicar a vegetação (CARDOSO, 2003).

Por ser uma cultura rústica é adaptada as mais diferentes condições edafoclimáticas (SOARES et al., 2019), sendo cultivada em quase todas as regiões do país (VILHALVA et al., 2011), principalmente, por pequenos e médios produtores que preferem a mandioca tipo mesa por apresentar menor ciclo e maior valor agregado.

Dados do IBGE (2023) revelam um aumento na produção de raízes de mandioca em Alagoas de 293.129 toneladas (2015) para 508.652 toneladas (2022). Apesar disso, a produtividade média permaneceu em torno de $12.850 \text{ kg ha}^{-1}$, considerada baixa em comparação com a média nacional de $15.009 \text{ kg ha}^{-1}$. A região Agreste concentra cerca de 50% da produção estadual, sendo que os municípios de Teotônio Vilela, São Sebastião e Junqueiro contribuíram com aproximadamente 37% do total em 2022, equivalente a 189.774 toneladas. O aumento na produção é atribuído à instalação de duas indústrias de processamento de raízes de mandioca no estado.

Outro município que apresentou expressivo aumento na área cultivada foi Campo Alegre, Alagoas, havendo aumento de 91,68% na área plantada, isto é, aumentou de 57 hectares (2015) para 685 hectares (2022). Ademais, também houve aumento de 92,77% na quantidade de raízes produzidas, ou seja, ampliou de 706 toneladas (2015) para 9.765 toneladas (2022). Entretanto, a produtividade média de raízes de $14.255 \text{ kg ha}^{-1}$ permanece abaixo da média

nacional, mas superior a média estadual (IBGE, 2023). Importante frisar que neste município prevalece o cultivo de mandioca tipo mesa, conhecida localmente como macaxeira. A maioria dos plantios é tecnificado, inclusive com a utilização de irrigação.

A Fazenda Santa Maria, situada em Campo Alegre, Alagoas, destaca-se por seus 200 hectares de mandioca irrigada, representando uma das maiores propriedades com área contínua de mandioca tipo mesa no estado. A cultivar Recife, de mandioca tipo mesa, tem maior aceitabilidade no mercado alagoano, por isso é a mais cultivada. A demanda por raízes de macaxeira é contínua para a alimentação humana, o produto *in natura* abastece os supermercados e feiras regionais. Na alimentação animal a demanda de parte aérea da planta é crescente devido ao aumento da sua utilização na alimentação de rebanhos leiteiros em Alagoas. Com isso, os produtores se interessam pela adoção de tecnologias modernas na produção agrícola e de baixo custo, buscando não somente aumento de produtividade, como também da qualidade do produto. Nesse contexto, o uso de bioinsumos tem se destacado como uma opção promissora.

Os bioinsumos, também conhecidos como insumos biológicos, são produtos derivados de microrganismos e materiais vegetais ou orgânicos, produzidos na própria fazenda ou adquirido de empresas, empregados em práticas agrícolas para controlar doenças e pragas, além de aprimorar a fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (MARCHESE; FILIPPONE, 2018; SAMADA; TAMBUNAN, 2020). Dada a sua baixa toxicidade e capacidade de degradação natural, esse tipo de insumo fomenta a prática da agricultura sustentável e atenua os efeitos negativos em contraste com os produtos agroquímicos convencionais.

Estudos demonstram os benefícios da aplicação de bioinsumos na produção de diversas culturas, como soja e milho, destacando potencial aumento de produtividade, melhoria na qualidade dos grãos e redução do impacto ambiental (OLIVEIRA-PAIVA et al., 2020a; SILVA et al., 2021; SOUZA et al., 2021). Embora haja escassez de pesquisas sobre bioinsumos na cultura da mandioca, sua adoção é relevante devido ao baixo custo em comparação com métodos convencionais. Nesse contexto, o trabalho propôs avaliar as produtividades, raízes e parte aérea, de uma cultivar de mandioca tipo mesa cultivada com bioinsumos em Campo Alegre, Alagoas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), originária da América do Sul, cujo centro de origem e de diversidade mais provável é o sul da Amazônia brasileira (COSTA; SILVA, 1992), é classificada como um arbusto perene pertencente à família Eupobiaceae, tendo como principal característica o armazenamento de amido nas raízes, podendo ser colhida de 6 a 24 meses após o plantio (ALVES, 2009).

Trata-se de uma cultura rústica muito cultivada em regiões tropicais e subtropicais de diversos países subdesenvolvidos por se adaptar a diversas condições edafoclimáticas (SOARES et al., 2019) e por ser a terceira fonte de carboidratos sendo inferior apenas ao milho e ao arroz (OTSUBO; PEZARICO, 2002).

Segundo Brachtovogel et al. (2009), a mandioca é uma das espécies mais eficientes quanto à produção de amido, pois obtém rendimentos de $80 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ sob condições experimentais, com potencial energético similar ao da cana-de-açúcar, milho, sorgo e arroz. Contudo, em condições edafoclimáticas não ideais, seu potencial de rendimento sobressai em comparação com outros cultivos por apresentar tolerância à seca e a solos com baixa fertilidade (EL-SHARKAWY; COCK, 1987). Sua capacidade de tolerar situações estressantes, como déficit hídrico e baixa fertilidade do solo, pode estar associada a mecanismos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos como controle do fechamento dos estômatos, elevados potenciais fotossintéticos, amplo sistema radicular e associação com microrganismos (EL-SHARKAWY, 2012).

No Brasil, a mandioca é cultivada principalmente por pequenos produtores em solos com baixa fertilidade e sem adoção de tecnologias que visem o aumento da produtividade (SOUZA, 2018). Apesar disso, o país se destaca em quarto lugar no ranking mundial com área plantada de 1.212.284 hectares (IBGE, 2023), tornando pertinente a adoção de manejos que aumentem a produtividade para tornar o mercado ainda mais crescente, haja vista o aumento da demanda do produto.

2.2 Mandioca tipo mesa

A mandioca pode ser classificada, de acordo com a sua utilização, em mandioca tipo indústria e mandioca tipo mesa. Quando os teores de ácido cianídrico (HCN) são superiores a 50 mg kg^{-1} ou 100 ppm, a mandioca é classificada como tipo indústria e, quando inferiores a 50

mg kg⁻¹ ou 100 ppm, como tipo mesa, recebendo ainda denominações regionais como mandioca mansa, doce, macaxeira e aipim (BOLHUIS, 1954; CHISTÉ; COHEN, 2008; SANTIAGO et al., 2023).

A macaxeira apresenta ampla variabilidade genética, é cultivada principalmente por agricultores familiares e pode ser colhida de 8 a 14 meses após o plantio. No entanto, a adoção de sistema de irrigação pode garantir a precocidade da colheita de 6 a 8 meses após o plantio (COELHO FILHO, 2020). Suas raízes são consumidas *in natura*, tais como, cozida, assada, frita ou integrando pratos mais complexos (MENDONÇA et. al., 2003) e o refugo (raízes não comercializáveis) é utilizado na alimentação animal na forma de silagem (PEREIRA, 2021).

A parte aérea da planta de mandioca, e, especificamente da macaxeira, está sendo comercializada para criadores de gado leiteiro de Batalha, AL. Ela é rica em proteína e pode substituir parcialmente fontes proteicas nas rações animais (CARVALHO 1992).

Segundo Souza (2018), a cultivar Recife, de mandioca tipo mesa, também conhecida por Branca, é a mais cultivada em Alagoas por ter maior aceitabilidade no mercado, por ser pouco fibrosa, de fácil descascamento, fácil cocção, apresentar maior tempo para deterioração pós-colheita e por ter cor e sabor apreciados pelos consumidores. Além disso, essa cultivar apresenta excelente adaptação às condições de clima e solo da região.

2.3 Exigência nutricional

Apesar da mandioca ser mais produtiva do que a maioria das culturas quando cultivadas em solos com baixa fertilitade, é também uma cultura sensível quanto à disponibilidade de nutrientes, podendo exigir quantidades significativas de fertilizantes para alcançar seu máximo potencial de rendimento (ADEKAYODE; ADEOLA, 2009). Os nutrientes mais requeridos pela cultura em ordem de exigência são: potássio (K), cálcio (Ca), nitrogênio (N), fósforo (P) e magnésio (Mg). Para a produção de 25 toneladas de raízes são extraídos 123 kg de N, 27 kg de P, 146 kg de K, 46 kg de Ca e 20 kg de Mg (FIALHO; VIEIRA, 2011).

Embora o potássio seja o nutriente mais exigido pela cultura, a mandioca responde timidamente a sua aplicação no primeiro ano de cultivo, acentuando-se nos cultivos subsequentes (OTSUBO; LORENZI, 2004). O potássio participa de processos relacionados ao crescimento da planta, haja vista que esse nutriente tem ação direta na ativação de enzimas relacionadas a respiração e a fotossíntese, atua na regulação osmótica e no transporte de carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 2013). A fonte de potássio mais utilizada na adubação é o cloreto de potássio (KCl) e deve ser aplicado em fundação. Porém, em solos muito arenosos,

recomenda-se fracionar a dosagem estabelecida, sendo metade em fundação e a outra juntamente com a adubação nitrogenada em cobertura, por volta dos 60 dias (SANTIAGO, 2023).

O nitrogênio também apresenta respostas pequenas à sua aplicação, mesmo em solos com baixos teores de matéria orgânica, possivelmente pela presença de bactérias diazotróficas, que auxiliam a planta de mandioca no suprimento do nitrogênio necessário (GOMES; LEAL, 2003). O nitrogênio tem funções metabólicas essenciais. É componente das proteínas, da clorofila, das enzimas, dos hormônios e das vitaminas (CLARKSON; HANSON, 1980; HÁK; NÁTR, 1987).

A adubação nitrogenada deve ser fracionada em duas épocas, sendo a primeira no plantio (fundação) e a segunda 30 a 60 dias após a emergência das plantas. Os principais adubos nitrogenados são o sulfato de amônio e a ureia (SOUSA; LOBATO, 2004; OTSUBO; LORENZI, 2004).

De acordo com Souza e Fialho (2003), o cálcio e o magnésio são adicionados em quantidades suficientes com o calcário. Ambos são elementos estruturais muito importantes para os processos metabólicos da planta. O cálcio é um elemento regulatório, com função na divisão e na extensão celular, e o magnésio tem como principal função ser o centro da molécula de clorofila (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O fósforo é um dos nutrientes com maior capacidade de limitar a produtividade da mandioca, visto que participa de vários processos fisiológicos vitais da planta (SAUSEN et al., 2020). Apesar de ser requerido em menor quantidade quando comparado ao nitrogênio e ao potássio, a resposta da cultura à sua aplicação é expressiva, sendo considerado essencial nos solos arenosos (ALVES et al., 2012). As fontes fosfatadas mais utilizadas são o superfosfato simples e o superfosfato triplo (OTSUBO; LORENZI, 2004; SANTIAGO 2023).

2.4 Importância do Fósforo

O fósforo proporciona maior crescimento da planta e produtividade de raízes (HOWELER; CADAVID, 1983), pois participa de várias enzimas envolvidas na regulação da síntese de amido (sacarose - fosfato sintase, frutose - 1,6 - bifosfatase e ADP – glicose pirofosforilase) (TAIZ; ZEIGER, 2013) e faz parte da sua composição, estando ligado à fração amilopectina do amido, na forma de éster de fosfato (NIELSEN et al., 1994). Além disso, o fósforo atua em vários processos fisiológicos vitais das plantas, incluindo fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e desenvolvimento celular, além,

de constituir estruturas como DNA e RNA (SAUSEN et al., 2020).

O fósforo é um elemento de baixa mobilidade encontrado em maior proporção adsorvido as partículas do solo, principalmente em solos tropicais intemperizados (RAIJ, 1983). De acordo com Trolove et al. (2003) o fósforo é aplicado ao solo na forma de fertilizantes fosfatados, no entanto, apenas uma pequena parcela, de 5% a 30%, ficam disponíveis para serem absorvidos pelas plantas, o restante se torna indisponível devido as reações físico-químicas. Segundo Omar (1998), a maior parte do fosfato inorgânico solúvel, aplicado como adubo químico, é rapidamente imobilizado na forma de fosfato de cálcio (CaHPO_4), fosfato tricálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), fosfato de ferro (FePO_4), fosfato de alumínio (AlPO_4) ou adsorvido a argilominerais. Sob tais formas, o fosfato não é assimilado pelas plantas, demandando a utilização de tecnologias que auxiliem a sua disponibilização, como a utilização de microrganismos solubilizadores de fosfatos.

Estudos sobre a aplicação de diferentes doses de fertilizantes fosfatados na cultura da mandioca evidenciaram um aumento no desenvolvimento e na produtividade das raízes. Pereira et al. (2003) verificaram resposta crescente da mandioca na produção de raízes até a dose de 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Cuvaca et al. (2017) também observaram um incremento no rendimento das raízes com a adição de adubação fosfatada. Em contraste, Enck et al. (2017) não identificaram diferenças significativas na produtividade entre as cultivares de mandioca submetidas a doses crescentes de fósforo. Segundo Pellet & El-sharkawy (1993a), o rendimento das cultivares de mandioca em resposta à adubação fosfatada está vinculado ao equilíbrio entre a capacidade de produção da parte aérea e a capacidade de armazenamento de fotoassimilados nas raízes.

Silveira (2020) examinou o desempenho agronômico de variedades de mandioca de mesa no Semiárido brasileiro, em Mossoró, RN, identificando respostas divergentes. As cultivares Água Morna, BRS Gema de Ovo e Recife destacaram-se pela eficiência na utilização do fósforo, alcançando alta produtividade mesmo sem adubação fosfatada. Contrariamente, a cultivar Venâncio mostrou maior responsividade à adubação fosfatada, evidenciando a necessidade desse nutriente para otimizar seu rendimento. Além disso, Silveira observou variações na qualidade das raízes de mandioca de mesa de acordo com a cultivar e a dose de fósforo. Doses entre 120 e 240 kg ha^{-1} de P_2O_5 resultaram em aumento no teor de amido e redução no tempo de cocção das raízes.

2.5 Bioinsumos

Os bioinsumos, também chamado de insumos biológicos, são produtos derivados de microrganismos e materiais vegetais ou orgânicos, produzidos na própria fazenda ou adquiridos de empresas, empregados em práticas agrícolas para controlar doenças e pragas, aprimorar a fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (MARCHESE; FILIPPONE, 2018; SAMADA; TAMBUNAN, 2020).

A mandioca apresenta elevada interação com bactérias do gênero *Bacillus* e *Azospirillum* presentes no solo (LOPES, 2019). Esses microrganismos induzem a produção de fitormônios, estimulando maior desenvolvimento radicular, produção de biomassa, e por consequência, maior exploração de água e nutrientes do solo. Ademais, podem atuar na solubilização de fosfatos no solo, melhorando o aproveitamento dos fertilizantes aplicados (TEIXEIRA et al. 2007; FERREIRA et al., 2021).

O mercado de insumos biológicos no Brasil experimentou um notável crescimento impulsionado pela implementação do Programa Nacional de Bioinsumos (MAPA, 2020). Nos últimos 10 anos, o número de empresas autorizadas a registrar produtos de base biológica aumentou significativamente, passando de algumas dezenas para mais de 150. De acordo com o Radar AgTech (DIAS et al., 2019), o ano de 2020 marcou o surgimento de 200 startups ligadas ao agronegócio no país, com 78 delas focadas em bioinsumos. Paralelamente, o volume de vendas de bioinsumos, como os inoculantes, que contêm bactérias promotoras de crescimento de plantas, como os fixadores de nitrogênio, duplicou entre 2010 e 2020. Esse aumento foi particularmente notável na cultura da soja, que representou cerca de 90% do consumo desses produtos.

2.6 Biomaphos

BiomaPhos é um inoculante comercial desenvolvido em 2019 pela Embrapa Milho e Sorgo em parceria com a empresa Simbiose/Bioma. Este inoculante é resultado de 20 anos de estudos e seleção de duas estirpes de bactérias do gênero *Bacillus* (*B. megaterium* e *B. subtilis*) capazes de solubilizar fosfatos do solo em áreas agrícolas distintas no País onde prevalece o cultivo de cereais (OLIVEIRA-PAIVA et al., 2009; ABREU et al., 2017).

A estirpe de *B. megaterium* (CNPMS B119) foi isolada da rizosfera de milho, e tem capacidade de solubilizar fosfatos de cálcio e de rocha e produzir fosfatase, enquanto a estirpe de *B. subtilis* (CNPMS B2084) é endofítica, solubiliza fosfato de cálcio e ferro, apresenta alta produção de ácido glucônico e enzima fitase (ABREU et al., 2017; OLIVEIRA-PAIVA et al., 2020a; VELLOSO et al., 2020). Além disso, estas cepas possuem propriedades distintas de

promoção de crescimento, como a produção de AIA, sideróforos, exopolissacarídeos e formação de biofilme que estimulam o aumento da superfície radicular, especialmente de raízes mais finas (SOUSA et al., 2021; VELLOSO et al., 2020).

As bactérias do gênero *Bacillus* possuem ainda a capacidade de formar endósporos, permitindo que se adaptem a condições abióticas extremas, como temperatura, pH, radiação, dessecação, luz ultravioleta ou exposição a pesticidas (BAHADIR et al., 2018).

Atualmente, o inoculante já foi avaliado em mais de 500 áreas comerciais de lavoura de milho e de soja, apresentando elevada eficiência e aumento de produtividade (OLIVEIRA-PAIVA, 2020b), e se encontra em expansão de uso e registro para outras culturas.

A cultura da mandioca apresenta poucos relatos na literatura quanto a utilização de bioinsumos, tornando pertinente o desenvolvimento de trabalhos nesse viés, tendo em vista que a mandioca possui elevado potencial em formar associações com microrganismos benéficos presentes no solo (TEIXEIRA, et al., 2017; SARR et al., 2019).

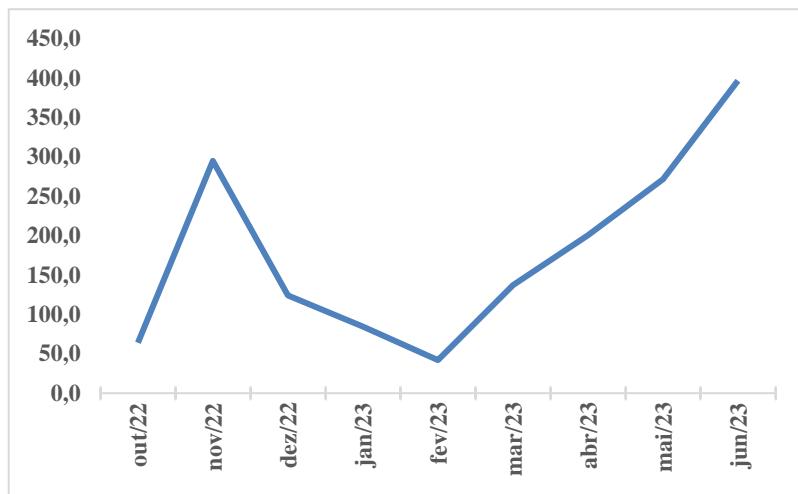
2.7 Produção de bioinsumos on farm

Nos últimos anos, diversos produtores rurais têm fabricado em suas fazendas bioinsumos para aplicação direta nas lavouras, prática conhecida como produção "on farm". Segundo Jones et al. (2019), essa prática oferece várias vantagens, incluindo a redução dos custos para os agricultores, pois elimina despesas associadas ao transporte e armazenamento de produtos comerciais. Ademais, a produção local desses insumos pode ajudar a diminuir a dependência de produtos químicos sintéticos, promovendo a agricultura mais sustentável (SMITH et al., 2020). Contudo, essa abordagem não está isenta de desafios e riscos. A contaminação de microrganismos patogênicos pode ser uma preocupação significativa, conforme observado por Brown e Green (2018). Portanto, medidas rigorosas de higiene e controle de qualidade são necessárias durante o processo de produção "on farm".

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na fazenda Santa Maria, no município de Campo Alegre, Alagoas ($9^{\circ}51'40.8''S$ $36^{\circ}13'06.2''W$), no período de outubro de 2022 a junho de 2023, em uma área anteriormente cultivada com mamão. De acordo com a classificação de Köppen, o município apresenta clima do tipo As, sendo chuvoso no outono/inverno e com verão seco. Os dados de precipitações pluviais ocorridos durante a condução do experimento, em campo, são apresentados na Figura 1.

Figura 1: Precipitações pluviais (mm) ocorridas durante a condução do experimento de mandioca tipo mesa cultivada com bioinsumos no município de Campo Alegre, Alagoas.



Antes da instalação do experimento amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm e apresentaram as seguintes características físico-químicas: pH em água: 6,1; Al: 0,3 cmolc dm^{-3} ; Ca: 2,7 cmolc dm^{-3} ; Mg: 0,8 cmolc dm^{-3} ; K: 42 mg dm^{-3} ; P: 21 mg dm^{-3} ; Matéria Orgânica: 2,2 g dm^{-3} ; Soma das bases: 3,68; CTC efetiva: 4,0; Saturação de bases: 64,8%. O solo apresenta textura arenosa. Por ser uma área anteriormente cultivada com mamão, o solo se encontra com níveis ideais de fertilidade, sendo evidenciado na análise de solo. Dessa forma, não foi necessária a adubação de fundação. Para o preparo do solo foi realizada gradagem e sulcamento.

Para o plantio, foram utilizadas manivas-sementes da cultivar Recife, com 20 cm de comprimento, obtidas de cultivos anteriores da fazenda, e plantadas em sulcos com espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,60 m entre plantas. A unidade experimental foi constituída por 5 fileiras espaçadas de 1,0 m largura e de 6 m de comprimento, totalizando uma área de 30m². Como área útil para as avaliações foram consideradas as 3 linhas centrais,

desprezando a primeira planta de cada extremidade, totalizando uma área útil de 14,40m². O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 3 repetições, totalizando 18 parcelas.

Os tratamentos adotados foram: T1: manivas-sementes sem bioinsumos; T2: manivas-sementes pulverizadas com 150 mL do Biomaphos; T3: manivas-sementes pulverizadas com 250 mL do Biomaphos; T4: manivas-sementes pulverizadas com 350 mL do Biomaphos; T5: manivas-sementes pulverizadas com 500 mL do Biomaphos; T6: manivas-sementes pulverizadas com 150 mL do Biotrophycus. Os bioinsumos foram diluídos em 2 L de água (Figura 2). O plantio foi realizado em sulco e adotado sistema de irrigação por aspersão.

O BiomaPhos utilizado foi fornecido pela empresa Simbiose/Bioma e o Biotrophycus, que é um aditivo a base de *Bacillus methylotrophicus*, uma bactéria encontrada na rizosfera que apresenta grande potencial na biodegradação de compostos orgânicos, agente de biocontrole e solubilizador de fosfatos no solo, foi fornecido pelo produtor onde o ensaio foi conduzido.

Figura 2. Diluição dos bioinsumos em 2 L de água para posterior pulverização nas manivas-sementes.



Fonte: Autora (2023)

Houve aplicação de herbicidas pré-emergente logo após o plantio, sendo utilizado 3 L ha⁻¹ de GAMIT 360 CS e 200 g ha⁻¹ de SUMYZIN 500.

Foram realizados acompanhamentos da cultura em campo a cada 15 dias para observação da presença de pragas e doenças. Não foi utilizado produto químico para combater doenças, pois não foi verificado a presença de doenças atingindo nível de controle. Foi aplicado 150 ml h⁻¹ do inseticida Bulldock 125 SC para o controle do mandarová (*Erinnys ello*).

As avaliações foram realizadas por ocasião da colheita que ocorreu aos oito meses após o plantio. Foram avaliadas as seguintes características: altura de 5 plantas, medindo do colo da

planta até a gema apical, com auxílio de trena; diâmetro de haste, com auxílio de paquímetro (Figura 3); separação de hastes, folhas e raízes comercializáveis e não comercializáveis (Figura 4) para posterior peso das raízes comercializáveis e não comercializáveis, e peso das folhas e hastes utilizando balança digital portátil de gancho (Figura 5).

Figura 3. Determinação de altura de plantas e diâmetro de haste.



Fonte: Autora (2023)

Figura 4. Separação de hastes, folhas e raízes comercializáveis e não comercializáveis.



Fonte: Autora (2023)

Figura 5. Pesagem de raízes e folhas utilizando balança digital de gancho.



Fonte: Autora (2023)

As raízes foram transportadas para o laboratório de processamento da Unidade de Execução de Pesquisa, da Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA/UFAL, em Rio Largo - AL (09°28' 02" S; 35°49' 43" W; 127m), para avaliação das características: comprimento e diâmetro de raízes, teor de amido e tempo de cocção. As raízes foram lavadas para retirada de impurezas aderidas às cascas para posterior avaliações.

A avaliação do comprimento e diâmetro das raízes foi realizada com o auxílio de régua e paquímetro, respectivamente. Foram selecionadas três raízes de tamanho uniforme para representar a parcela na avaliação (Figura 6).

Figura 6. Avaliação do comprimento e diâmetro de raízes.



Fonte: Autora (2023)

As raízes foram pesadas com casca em balança digital para determinação do teor de amido e rendimento de farinha. O teor de amido foi determinado pela porcentagem de matéria seca em raízes tuberosas obtido pelo método da balança hidrostática. Foram pesadas 3 kg de raízes frescas e mergulhadas em água (Figura 7) para obtenção da massa específica para ser aplicada na equação: (Matéria Seca) $MS = 15,75 + 0,0564 \times R$, onde R (massa específica) é a massa dos 3 kg de raízes mergulhadas em água. Após o cálculo da porcentagem de matéria seca, determinou-se a porcentagem de amido em raízes tuberosas, pela equação: TEOR DE AMIDO (%) = $MS - 4,65$ (GROSSMANN; FREITAS, 1950). O rendimento de farinha foi calculado pela equação proposta por Fukuda e Caldas (1987), em que a porcentagem de farinha = $2,56576 + 0,0752613564 \times Y$, onde Y representa o peso de 3 kg de raízes em água, obtida pelo método da balança hidrostática.

Figura 7. Pesagem de 3 kg de raízes de macaxeira, pelo método da balança hidrostática, para determinação da matéria seca.



Fonte: Autora (2023)

A análise do tempo de cocção foi realizada 1 dia após a colheita, sendo as raízes acondicionadas em temperatura ambiente. O tempo de cocção foi determinado através do cozimento de 3 pedaços de raízes de aproximadamente 100 g (Figura 8) inseridas em panelas contendo 2 L de água mineral fervente (100°C). O cozimento foi realizado em fogão convencional de 4 bocas, em fogo alto (Figura 9). Considerou-se cozimento o tempo necessário para que as raízes apresentassem pouca resistência a penetração do garfo (Figura 10).

Os dados experimentais obtidos foram submetidos a análise de variância, utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011), e as médias das características avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 8. Pesagem das 100 g de raízes para posterior cozimento.



Fonte: Autora (2023)

Figura 9. Raízes de macaxeira em processo de cozimento em fogão convencional. Cada panela tem 300 g de raízes.



Fonte: Autora (2023)

Figura 10. Raízes de macaxeira cozidas.



Fonte: Autora (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plantas e diâmetro de haste

Na tabela 1 são apresentadas as variáveis altura de plantas (m) e diâmetro de haste (mm), da cultivar Recife submetida a diferentes doses de inoculantes. Os resultados não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. A altura variou de 1,96 a 2,15 m e o diâmetro da haste variou de 23,53 a 25,36 mm, sendo maior que a altura de 1,26 m, e diâmetro de 21,87 mm, também de cultivares Recife irrigadas e colhidas aos 8 meses após o plantio (ANDRADE et al., 2014).

Seba et al., (2017), em seu trabalho com variedades de macaxeira cultivadas em sequeiro e colhidas aos 9 meses após o plantio, observaram médias de alturas de plantas similares as obtidas no presente trabalho, variando de 1,78 a 2,20 m, respectivamente, contudo, Souza (2018), avaliando a cultivar Recife, relata média de altura de 1,42 m, inferior a observada no presente trabalho.

A altura de plantas indica maior disponibilidade de manivas-sementes para futuros cultivos. Além disso, plantas mais altas podem atingir maior produção de parte áerea para a alimentação animal. O desenvolvimento da planta é condicionado pela água, luz, disponibilidade de nutrientes e preparo do solo (RAMOS JUNIOR et al., 2009).

O diâmetro de haste também é uma característica importante para a escolha de manivas-sementes, podendo ser utilizado como indicador de qualidade, pois hastes mais espessas possuem maiores quantidades de reservas nutritivas, provendo um desenvolvimento inicial mais vigoroso para as plantas (SAGRILO et al., 2007).

Tabela 1. Altura de plantas em m (AP) e diâmetro de haste em mm (DH) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.

TRATAMENTOS	AP (m)	DH (mm)
Testemunha	1,96 a	23,53 a
Biomaphos 150 mL	2,13 a	25,36 a
Biomaphos 250 mL	2,15 a	23,73 a
Biomaphos 350 mL	2,05 a	24,47 a
Biomaphos 500 mL	1,96 a	24,13 a
Biotrophycus 150 mL	1,99 a	23,92 a
CV (%)	6,28	8,57

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.2 Produtividade de parte aérea

A parte aérea das plantas de mandioca, composta por folhas, peciolos e hastes, tem sido colhida, processada e comercializada, principalmente, para utilização como alimentação de gado leiteiro em Alagoas. Ademais, as manivas-sementes são vendidas, gerando, assim, uma segunda fonte de renda aos produtores de mandioca, além da comercialização das raízes. Desta forma, a planta de mandioca pode ser aproveitada integralmente.

As médias de produção de parte aérea são descritas na tabela 2, onde observa-se variações de 11,69 a 18,38 t ha⁻¹. Esses valores estão aquém da média de produtividade de parte aérea da cultivar Recife, que atingiu 26,30 t ha⁻¹, em diferentes sistemas de cultivos, conforme relatado no trabalho de Souza (2018).

A variável peso de hastes não apresentou diferença significativa, por outro lado, a variável peso de folhas diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância entre os tratamentos com Biomaphos nas doses de 150 mL e 500 mL e na dose de 150 mL do Biotrophycus. O tratamento com manivas-sementes pulverizadas com 150 ml do Biomaphos atingiu maior média de peso de folhas, aproximadamente 7,35 t ha⁻¹, resultando em um aumento da parte aérea de mais de 6 t ha⁻¹ em comparação com a testemunha absoluta e com a testemunha do produtor, pois o Biotrophycus, na dose de 150 mL, já é um produto utilizado no mandiocal da fazenda Santa Maria. Levando em consideração o valor comercial de R\$ 3.000,00 em 1 t ha⁻¹ de parte aérea, esse aumento representa um ganho de mais de R\$ 18.000,00 por hectare.

Tabela 2. Peso de folhas em t ha⁻¹ (PF), peso de hastes em t ha⁻¹ (PH) e peso de parte aérea em t ha⁻¹ (PA) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.

TRATAMENTOS	PF (t ha ⁻¹)	PH (t ha ⁻¹)	PA (t ha ⁻¹)
Testemunha	5,32 ab	8,17 a	13,49 ab
Biomaphos 150 mL	7,35 a	11,03 a	18,38 a
Biomaphos 250 mL	5,66 ab	10,54 a	16,20 ab
Biomaphos 350 mL	5,08 ab	7,69 a	12,77 ab
Biomaphos 500 mL	4,64 b	7,05 a	11,69 b
Biotrophycus 150 mL	4,36 b	7,48 a	11,84 b
CV (%)	16,87	17,34	15,77

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.3 Comprimento e diâmetro de raízes

Na tabela 3 são apresentadas as características comprimento e diâmetro de raízes. O diâmetro de raízes variou de 33,89 a 41,78 mm. Andrade et al. (2014) obtiveram diâmetro de raízes da cultivar Recife irrigada e colhida aos 8 meses, de 33 mm, valor abaixo do observado no presente trabalho.

O maior diâmetro de raízes foi observado quando se utilizou 250 mL do Biomaphos, contudo só apresentando diferença estatística dos tratamentos, 500 mL do Biomaphos e 150 mL do Biotrophycus, que apresentaram 33,89 mm e 34,78 mm, respectivamente.

O comprimento de raiz variou de 50,00 a 58,44 cm e não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. No trabalho realizado por Seba et al. (2017) com variedades de mandioca de mesa cultivadas em condições de sequeiro e colhidas aos 9 meses após o plantio, em Alta Floresta, MT, foram registrados comprimentos de raízes inferiores aos observados no presente trabalho, variando de 23,24 a 35,31 cm.

De acordo com Figueiredo et al. (2014), o diâmetro das raízes, juntamente com a massa fresca, são determinantes para a produção final da cultura. Um diâmetro maior resulta em rendimentos médios superiores por planta (WILLIAMS, 1974). Raízes mais finas são preferíveis para a comercialização minimamente processada em supermercados, atendendo a um público que valoriza a praticidade e a uniformidade dos pedaços. Por outro lado, as raízes de maior diâmetro são mais adequadas para serem comercializadas inteiras, *in natura*, congeladas ou pré-cozidas (ANDRADE et al., 2014).

Tabela 3. Diâmetro de raiz em mm (DR) e comprimento de raiz em cm (CR) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.

TRATAMENTOS	DR (mm)	CR (cm)
Testemunha	34,89 ab	54,22 a
Biomaphos 150 mL	35,56 ab	57,22 a
Biomaphos 250 mL	41,78 a	58,44 a
Biomaphos 350 mL	36,34 ab	50,00 a
Biomaphos 500 mL	33,89 b	50,44 a
Biotrophycus 150 mL	34,78 b	53,67 a
CV (%)	6,72	6,89

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.4 Produtividade de raízes

As médias de produtividade de raízes são apresentadas na tabela 4. O tratamento com 250 mL do Biomaphos apresentou maior média para a variável peso de raízes comercializáveis, $31,70 \text{ t ha}^{-1}$, diferindo estatisticamente dos tratamentos com 500 mL do Biomaphos e com 150 mL do Biotrophycus que apresentaram $23,66$ e $22,25 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente.

O tratamento com 250 mL do Biomaphos quando comparado com 150 mL do Biotrophycus, que já vem sendo realizado na fazenda, incrementou $9,45 \text{ t ha}^{-1}$ de raízes comercializáveis. O valor da macaxeira comercializada no CEASA-AL é de R\$ 1,40 por kg. Desta forma, a dose de 250 mL do Biomaphos possibilitará um aumento de R\$ 13.230,00 por hectare.

Os tratamentos apresentaram produtividades de raízes comercializáveis acima da média nacional de 15 t ha^{-1} (IBGE, 2023), porém as médias obtidas, com exceção da dose de 250 mL do Biomaphos, foram abaixo da encontrada por Souza (2018), o qual obteve média de peso de raízes da cultivar Recife de $27,22 \text{ t ha}^{-1}$. Andrade et al. (2014) obtiveram média de produtividade para cultivar Recife de 5 t ha^{-1} , valor muito abaixo do encontrado neste trabalho.

Apesar de não ter sido observado diferenças significativas entre os tratamentos para o peso de raízes não comercializáveis, conhecido no campo como refugo, quando utilizado 250 mL do Biomaphos, houve menor média, cerca de $5,11 \text{ t ha}^{-1}$.

Tsavkelova et al. (2006) em seus estudos mostraram que o *B. subtilis* pode controlar os hormônios da planta, consequentemente regulando o desenvolvimento radicular através da síntese de auxina, giberelina e citocinina. Com isso, observamos que doses maiores que 250

mL do Biomaphos teve resposta negativa no crescimento radicular possivelmente pela produção exagerada desses hormônios reguladores.

Tabela 4. Produtividade de raízes: peso de raízes não comercializáveis em t ha⁻¹ (PRNC) e peso de raízes comercializáveis em t ha⁻¹ (PRC) da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.

TRATAMENTOS	PRC (t ha ⁻¹)	PRNC (t ha ⁻¹)
Testemunha	26,75 ab	6,68 a
Biomaphos 150 mL	27,14 ab	6,01 a
Biomaphos 250 mL	31,70 a	5,11 a
Biomaphos 350 mL	25,49 ab	8,22 a
Biomaphos 500 mL	23,66 b	5,76 a
Biotrophycus 150 mL	22,25b	7,49 a
CV (%)	10,22	32,66

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.5 Teor de amido, rendimento de farinha e tempo de cocção

Na tabela 5, observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis teor de amido e rendimento de farinha. As médias de teor de amido do presente trabalho variou de 21,70 a 21,99% e foi abaixo da média de 26,08% da cultivar Recife em sequeiro, obtida por Souza (2018). Silva et al. (2021) obteve médias de teor de amido e rendimento de farinha, para cultivares de mandioca de mesa em cultivo irrigado, colhida aos 9 meses, em Tocantins, variando de 27,95 a 32,39%, e 25,02 a 30,92%, respectivamente, valores acima do encontrado no presente trabalho.

Fukuda et al. (1999) consideram que o teor de amido presente nas raízes de mandioca deveria ser um critério adicional para a seleção de variedades de mandioca por parte de técnicos e agricultores. Além de sua relevância nutricional, o amido da mandioca pode ser utilizado em diversos outros setores econômicos, tais como siderurgia, metalurgia, indústria têxtil, indústria de papel, além das indústrias farmacêuticas e de alimentos (NUNES et al., 2009).

Oliveira et al. (2021) afirmam que apenas a característica produtividade de raiz não é suficiente para a escolha da melhor variedade de mandioca, quando o objetivo é a produção de farinha, devendo-se observar também o teor de amido e o rendimento de farinha.

Observa-se que os tratamentos não diferiram na variável tempo de cocção. Todos os tratamentos obtiveram tempo de cozimento excelente, inferior a 30 minutos, indicando serem ideais para o consumo *in natura*, uma vez que o baixo tempo de cozimento é uma característica almejada pelos consumidores. Segundo Wheatley (1987) e Borges et al. (1992), o tempo de

cozimento deve ser de no máximo 30 minutos.

O período de cozimento da variedade Recife, conforme observado por Souza (2018), foi de 21,08 minutos, ultrapassando o tempo médio de 17,39 minutos verificado no presente trabalho. Lima et al. (2015), ao investigarem o tempo de cozimento da cultivar Recife em vários métodos de conservação pós-colheita, registraram uma média de 48 minutos quando foi utilizado o método de macaxeiras armazenadas em temperatura ambiente no primeiro dia após a colheita.

Silva et al. (2021) obteve médias de tempo de cocção para cultivares de macaxeira em cultivo irrigado, variando de 16,25 a 27,50 minutos, valores acima do observado no presente trabalho, mas dentro do tempo ideal estabelecido por Wheatley (1987) e Borges et al. (1992).

Tabela 5. Teor de amido em % (TA), rendimento de farinha em % (RF) e tempo de cocção em minutos da cultivar Recife cultivada com diferentes doses de inoculantes. Campo Alegre, AL.

TRATAMENTOS	TA (%)	RF (%)	TEMPO DE COCÇÃO (MIN)
Testemunha	21,87 a	16,95 a	16,00 a
Biomaphos 150 mL	21,70 a	16,73 a	17,00 a
Biomaphos 250 mL	21,99 a	17,10 a	18,33 a
Biomaphos 350 mL	21,93 a	17,03 a	17,67 a
Biomaphos 500 mL	21,87 a	16,95 a	18,33 a
Biotrophycus 150 mL	21,76 a	16,79 a	17,00 a
CV (%)	0,87	1,5	12,32

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5 CONCLUSÕES

O uso das diferentes doses dos tratamentos não influenciaram na altura de plantas, diâmetro de hastes e comprimento de raízes.

A dose de 150 mL do Biomaphos contribuiu para obtenção de maiores produtividades de folhas e de peso total de parte aérea, entretanto, somente diferiu estatisticamente da dose de 150 mL do Biotrophycus e da dose de 500 mL do Biomaphos.

Em termos de produtividade de raízes, foi verificado que os maiores valores foram obtidos quando foi utilizado a dose de 250 mL, contudo, somente apresentou diferenças significativas para a dose de 500 mL do Biomaphos e 150 mL do Biotrophycus.

A aplicação da dose de 250 mL do Biomaphos apresentou produtividades de raízes comercializáveis superior a 9 t ha⁻¹ quando comparada com a dose de 150 mL do Biotrophycus.

Os tratamentos não influenciaram os tempos de cocção, teores de amido e rendimento de farinha.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C.S. de. et al. endophytic bacteria as mineral phosphate solubilizers. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2017.
- ADEKAYODE F.O; ADEOLA, O.F. The response of cassava to potassium fertilizer treatments. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, San Francisco, v. 7, n. 2, p. 279-282. 2009.
- ALVES, R. N.B.; MODESTO JÚNIOR, M.S.; FERREIRA, E.R. Dose of NPK fertilization on cassava (*Manihot esculenta*) variety in Paulozinho Moju – Pará. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v.8, n.2, p.65-70, 2012.
- ANDRADE, D.P et al Avaliação de cultivares de mandioca de mesa em diferentes idades de colheita. **Interciencia**, v. 39, n. 10, p. 736-741, 2014.
- AMORIM, S.L. de; MEDEIROS, R.M.T. de; RIET-CORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciência Animal**, v.16, p.17-26, 2006.
- BAHADIR, A. et al. Protective effects of curcumin and beta-carotene on cisplatin-induced cardiotoxicity: an experimental rat model. **Anatolian Journal of Cardiology**, v. 19, n. 3, p. 213-221, 2018.
- BORGES, M. de F.; CARVALHO, OLIVEIRA., V.D. de ; FUKUDA, W.M.G. Efeito de tratamento térmico na conservação pós-colheita de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 7-18, 1992.
- BOLHUIS, G.G. The toxicity of cassava roots. **Neth. J. Agr. Sci.** 2(3): 176-185, 1954.
- BRACHTOVOGEL, E.L. et al. Fisiologia da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Cultura Agronômica**, v. 18, n. 4, p. 13-22. 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar uso de recursos biológicos na agropecuária. [Brasília, DF], 2020. Disponível em:<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de-bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 18/11/2023.
- BROWN, J.K.; GREEN, R. On-farm production of beneficial organisms for biological pest control. **Biological Control**, p. 18-28, 2018.
- CARVALHO, J.L. H de. Mandioca: raiz e parte aérea na alimentação animal. Campinas: CATI. 9 p. **Instrução prática**. 1994. 259p.
- COSTA, I. R.S.; SILVA, S.O. Coleta de germoplasma de mandioca no nordeste (Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.11. n. 1, p. 19-27, 1992.

CARDOSO, C.E.L. Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindústria de fécula de mandioca no Brasil. Tese (Doutorado em Ciências - Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2003. 188p.

COELHO FILHO, M.A. Irrigação da cultura da mandioca. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas - Bahia, v. 1^a edição, 2020. p. 1-12. Disponível em:. Acesso em: 19/07/2023.

CONCEIÇÃO, A.J. da. A mandioca. Cruz das Almas: UFBA/ EMBRAPA/ BNB/ BRASCAN Nordeste. 1979, 322 p.

COSTA, I.R.S.; SILVA, S. de O. Coleta de germoplasma de mandioca no nordeste (Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.11. n. 1, p. 19-27, 1992.

ALVES, A.; SANTOS. M.C. Recomendações Técnicas para o Cultivo da Mandioca. Emater-RN. Natal. 2009. 8p.

CUVACA, I.B. et al. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer effects on cassava tuber yield in the coastal district of Dondo, Mozambique. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 42, p. 3112-3119. 2017.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O. Determinação de cianeto total nas farinhas de mandioca do grupo seca e d’água comercializadas na cidade de Belém – PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.2, n. 2, p. 96-102, 2008.

CLARKSON, D.T.; HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 31, p. 239-298, 1980.

DIAS, C.N.; JARDIM, F.; SAKUDA, L.O. Radar AgTech: Brasil 2019: mapeamento das startups do setor agro brasileiro. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 80 p. Disponível em: <https://radaragtech.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Radar-Agtech-Brasil-2020-2021-Embrapa-SP-Ventures-Homo-Ludens-Relatorio-Final.pdf>. Acesso em: 02/09/2023.

EL-SAADONY, M.T. et al. Plant growth-promoting microorganisms as biocontrol agents of plant diseases: Mechanisms, challenges and future perspectives. **Frontiers in plant science**, v. 13, 2022.

EL-SHARKAWY, M.A.; COCK, J.H. Response of cassava to water stress. **Plant and Soil**, v. 100, p. 345-360, 1987.

EL-SHARKAWY, M.A. Stres-Tolerant Cassava: The Role of Integrative Ecophysiology-Breeding Research in Crop Improvement. **Open Journal of Soil Science**, v. 2, n. 2, p. 162-186, 2012.

ENCK, B.F. et al. Cultivares de mandioca submetidas à adubação fosfatada na Amazônia sul ocidental, **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 365–371, 2017.

FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E.A. Mandioca no cerrado: orientações técnicas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 208p.

FIGUEIREDO, P.G. et al. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. *Bragantia*, v. 73, n. 4, p. 357-364, 2014.

GOMES, J. de C.; LEAL, E.C. Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros: Adubação. In: **Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros: Adubação**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcosteiros/adubacao.htm. Acesso em: 03/09/2023.

HÁK, R.; NÁTR, L. Effect of nitrogen starvation and recovery on gas exchange characteristics of young leaves. **Photosynthetica**, Praha, v. 21, n. 1, p. 9-14, 1987.

HOWELER, R.H.; CADAVID, L.F. Accumulation and distribution of dry matter and nutrients during a 12-month growth cycle of cassava. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 7, p.123-139. 1983.

NIELSEN, T.H. et al. Starch phosphorylation in potato tubers proceeds concurrently with de novo biosynthesis of starch. **Plant Physiology**, Rockville, v. 105, p.111-117.1994.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (2023). Produção de mandioca. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mandioca/br>. Acesso em: 25/07/2023.

JONES, R.H., et al. On-farm production of microbial inoculants and their impact on soil health. **Applied Soil Ecology**, p. 125-133 2019.

LIMA, C.L.C., et al. 16º congresso brasileiro de mandioca: 1º congresso latino-americano e caribenho de mandioca. Comportamento de duas cultivares de mandioca tipo mesa submetidas a três métodos de conservação pos-colheita, Foz do Iguaçu - PR, p.1-4, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1033072/1/COMPORTAMENTODEDUASCULTIVARESDEMANDIOCATIPOMESASUBMETIDAS.pdf>. Acesso em: 05/11/2023.

MARCHESE, A.M. de; FILIPPONE, M.P. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. **Rev. Agron. Noroeste Argent.** v.38, n.1, p. 9-21. 2018.

MENDONÇA, H.A; Moura, G.M.; Cunha, E.T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. **Pesquisa agropecuária brasileira**. vol.38 no.6 Brasília, 2003.

NUNES, L.B.; SANTOS, W. de J. Dos.; CRUZ, R.S. Rendimento de extração e caracterização química e funcional de féculas de mandioca da região do semiárido baiano. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 129-134, 2009.

OLIVEIRA-PAIVA, C.A. et al. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, n. 9, p. 1782-1787, 2009.

OLIVEIRA-PAIVA, C.A. et al. Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (*Bacillus*

subtilis CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas culturas de milho e soja. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020a. 21 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 210).

OLIVEIRA-PAIVA, C.A. et al. Recomendação agronômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020b. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 260).

OMAR, S.A. The role of rock-phosphate-solubilizing fungi and vesicular-arbuscular-mycorrhiza da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na região sudoeste da Bahia. **Alimentos e nutrição**, Araraquara, v 19 n. 4, p. 393-399, 2008.

OLIVEIRA, E.L. de.; OLIVEIRA, N.L.C. de.; COSTA, C.A. da.; MACEDO, J.A. de. Produtividade de farinha de mandioca no Norte de Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 13, p. 1-5, 2021.

OTSUBO, A.A.; PEZARICO, C.R. A cultura da mandioca em Mato Grosso do Sul. **Aspectos do Cultivo da Mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados/Campo Grande: Embrapa Agropecuária Oeste/UNIDERP, 2002. p. 31-47.

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. **Sistema de produção 6**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p.

PEREIRA, G.A.M. et al. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.5, p. 716-722, 2012.

PEREIRA, G.F. Qualidade da silagem de milho acrescida de diferentes níveis de mandioca in natura triturada e avaliada em dois tempos de armazenamento. 2021. 36 p. Monografia (Bacharel, Medicina Veterinária) - CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS, VARGINHA- MG, 2021.

PELLET, D.; EL-SHARKAWY, M.A. Cassava varietal response to phosphorus fertilization. II. Phosphorus uptake and use efficiency. **Field Crops Research**, v. 35, p. 13-20, 1993a.

RAIJ, B.V. **Avaliação da Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, SP: Instituto da Potassa e Fosfato: Instituto Internaciona da Potassa, 1981, v 2, p. 142

RAMOS JUNIOR, E.U. et al. Avaliação de Genótipos de Mandioca na Região Sudoeste do Estado de São Paulo. 2009. **Anais eletrônicos**. Disponível em: www.cerat.unesp.br/xiicbm/artigos. Acesso em: 26/05/2023.

SAGRILLO, E. et al. Performance de cultivares de mandioca e incidência de mosca branca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.1, p. 087-094, 2010.

SANTIAGO, A.D. et al. Práticas para Produção de Mandioca por Agricultores Familiares na Região do Sealba, Embrapa, Brasília, DF, ed. 2^a edição, p. 1-33, 2023.

SARR, P.S. et al. Diversity and distribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) croplands in Cameroon as revealed by Illumina MiSeq.

Rhizosphere. v. 10, 2019.

SAUSEN, D. et al. Biomassa de clones de batata submetidos a doses contrastantes de fósforo no solo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 7479-7487, fev. 2020.

SEBA, G. de A. et al. Produtividade de variedades de mandioca no município de Alta Floresta – MT, localizada no portal da Amazônia Brasileira. **Revista cultivando o saber**, Mato Grosso, ano 2017, v. 10, n. 1, 13 mar. 2017. ISSN 2175-2214, p. 1-14.

SILVEIRA , F. P. da M. Desempenho agronômico, viabilidade econômica e qualidade de mandioca de mesa adubada com doses de fósforo no semiárido brasileiro Mossoró 2020. 2020. 93 p. Tese (Doutor em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2020. Disponível em: <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2021/01/TESE-FI%C3%A1vio-Pereira.pdf>. Acesso em: 18/11/ 2023.

SIRITUNGA, D.; SAYRE, R. Engineering cyanogen synthesis and turnover in cassava (Manihot esculenta). **Plant Molecular Biology**, v.56, p.661-669, 2004.

SILVA, E.H. et al. Desempenho agronômico de variedades de mandioca em sistema irrigado. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, ano 2021, v. 7, n. 021007, p. 1-10, 18 nov. 2023. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/5250/2647>. Acesso em: 18/11/2023.

SOARES, M.R.S. et al. Períodos de interferência de plantas infestantes na cultura da mandioca, submetida ou não à adubação NPK, em Vitória da Conquista-BA. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 237-247, 2019.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2004. 416 p.

SOUZA L.; FIALHO, J.F. Sistema de produção de mandioca para a região do cerrado. Cruz das Almas: Embrapa Agropecuária Oeste, 2003.

SOUZA, K. de O.C. Competição de cultivares de mandioca tipo mesa (Manihot esculenta crantz), cultivadas em dois sistemas de plantio. Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

SMITH, J.L. et al. On-farm production and utilization of microbial inoculants and organic amendments in conservation agriculture in Eastern and Southern Africa. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, p. 290, 2020.

SREEJA, V.G.; NAGAHARA, N.; LI, Q.; MINAMI, M. New aspects in pathogenesis of konzo: neural cell damage directly caused by linamarin contained in cassava (Manihot esculenta Crantz). **British Journal of Nutrition**, v.90, p.467-472, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TROLOVE, S.N. et al. Progress in selected areas of rhizosphere research on p acquisition.

Australian Journal od Soil Research, Victoria v. 41, p. 471 – 499, 2003.

TSAVKELOVA, E.A. et al. Microbial Producers of Plant Growth Stimulators and Their Practical Use: **A Review**. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v.42, p.117–126, 2006.

VELLOSO, C.C.V. et al. Genome-guided insights of tropical *Bacillus* strains efficient in maize growth promotion. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 96, n. 9, fiaa157, 2020.

WHEATLEY, C.C. Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1987. 33p. (Serie 045c-07-06).

WILLIAMS, C.N. Growth and productivity of cassava (*Manihot utilissima*): IV. development and yield of tubers. **Experimental Agriculture**, Great Britain, v. 10, p. 9-16, 1974.

WU, L. et al. Novel routes for improving biocontrol activity of *Bacillus* based bioinoculants. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1395, 2015.