

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente



Dissertação

**Desenvolvimento e produtividade de cultivares de mandioca biofortificadas em
diferentes níveis de fertilização**

Dirceu Pelegrino Vieira

Araquari, 2022

Dirceu Pelegrino Vieira

Desenvolvimento e produtividade de cultivares de mandioca biofortificadas em diferentes níveis de fertilização

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Ciências Ambientais).

Orientador: Überson Boaretto Rossa

Araquari, 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

V657d Vieira, Dirceu
 Desenvolvimento e produtividade de cultivares de
 mandioca biofortificadas em diferentes níveis de
 fertilização / Dirceu Vieira; orientador Uberson
 Rossa. -- Araquari, 2022.
 68 p.

 Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
 Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2022.

 Inclui referências.

 1. Desenvolvimento da planta. 2. Produtividade de
 mandioca. 3. Fertilizações. 4. Fertilizante de
 Liberação Lenta. I. Rossa, Uberson. II. Instituto
 Federal Catarinense. . III. Título.

Dirceu Pelegriño Vieira

Desenvolvimento e produtividade de cultivares de mandioca biofortificadas em diferentes níveis de fertilização

Data da Defesa 07/12/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Übersõn Boaretto Rossa (Orientador)

Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense - IFC, Campus Araquari

Prof. Dr. Francisco José Montório Sobral

Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas – UEC. Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense - IFC, Campus Araquari

Prof. Dr. Frederico Fonseca da Silva

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Instituição de vínculo: Instituto Federal do Paraná - IFPR

Prof. Dr. Daniel da Rosa Faria

Doutor em Desenvolvimento de ferramentas de bioinformática para montagem e prospecção de genomas selvagens visando o melhoramento de arroz pela Université de Perpignan Via Domitia (Olivier Panaud)

Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense - IFC, Campus Araquari



Emitido em 07/12/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 24/2022 - CCPGTA (11.01.02.31)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 04/04/2023 13:48)

UBERSON ROSSA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CAGRIC/ARA (11.01.02.02.02.01.17)

Matrícula: ###042#9

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **24**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **04/04/2023** e o código de verificação: **8155f36617**

**À minha mãe Maria Helena Pelegrino Vieira e à minha esposa Andréia Borges
Ferreira Seremos sementes recicladas e o futuro será assim, planta e gente perfumadas
construindo um novo fim, ser humano igual as flores e o mundo o nosso jardim!**

Agradecimentos

Esse trabalho foi fruto do apoio coletivo de muitas pessoas, as quais agradeço:

Ao Instituto Federal Catarinense, campus Araquari e a equipe PPGTA, pela oportunidade e contribuição à formação científica e pessoal.

Ao meu orientador Professor Doutor Überson Boaretto Rossa, pela parceria, incentivo ajuda e confiança, sempre presente.

Ao Professor Doutor Frederico Fonseca da Silva, pelos ensinamentos e orientações fundamentais no processo de aprendizagem.

A Lilian Fernanda Sfendrych, colega de turma, sua ajuda foi fundamental na organização dos dados.

A Clona-Gen Biotecnologia Vegetal, na pessoa do Alexandre Drefahl, por viabilizar o experimento com o fornecimento das mudas de mandioca.

A família Melchiorretto que cedeu o terreno para a realização do experimento.

Ao meu irmão Marcelo Pelegrino Vieira e meu Cunhado Salvelino Melchiorretto que contribuíram na implementação, desenvolvimento, manutenção e finalização do experimento.

A minha família: Mãe, Pai (in memoriam), irmãos, irmãs, cunhados, cunhadas, sobrinhos e sobrinhas pelo incentivo, apoio e ajuda mútua em todo o processo.

Agradeço especialmente à minha companheira de vida, Andréia Borges Ferreira, pela constante ajuda, incentivo, e carinho durante todo o desenvolvimento do trabalho. Não teria conseguido sem você. Sou eternamente grato!

Muito Obrigado!

“Em nossa época, o cientista precisa tomar consciência da utilidade social e do destino prático reservado a suas descobertas”

Florestan Fernandes

Resumo

VIEIRA, Dirceu Pelegrino. **Desenvolvimento e produtividade de cultivares de mandioca biofortificadas em diferentes níveis de fertilização**. 2022. 59f. Orientador: Prof. Dr. Übersson Boaretto Rossa. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

Santa Catarina é o décimo sexto maior produtor de mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz), mas a produtividade das lavouras é baixa. Considerada uma planta rústica, a mandioca adapta-se a variados ambientes edafoclimáticos. Diante dessa realidade, o trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de fertilizante de liberação lenta (FLL), uma dose de NPK e de esterco de galinha no desenvolvimento e na produtividade das cultivares biofortificadas de mandioca BRS 401 e BRS 397. O Estudo foi realizado em propriedade rural no município de Araquari, entre novembro de 2020 e junho de 2021. As parcelas experimentais foram constituídas por blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 3 repetições, tendo 6 plantas como unidade experimental. Os tratamentos foram: T1-0 g (testemunha); T2-30 g; T3-60 g; T4-120 g de FLL; T5-40 g NPK e T6-500 g esterco de galinha por planta. O desenvolvimento das plantas foi analisado pelas variáveis altura, diâmetro do coleto, número de lóbulos e pecíolo da folha. Na produtividade foram analisados área foliar, biomassa parte aérea fresca, biomassa parte aérea seca, raiz total fresca, raiz total seca e raiz comercial. As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na área foliar das folhas, porém incrementaram a altura e produção de biomassa da parte aérea e das raízes das plantas de mandioca das cultivar BRS 401 e BRS 397.

Palavras-chave: adubação, experimento, fertilizante de liberação lenta, *Manihot esculenta*.

Abstract

VIEIRA, Dirceu Pelegrino. Development and productivity of biofortified cassava cultivars at different fertilization levels. 2022. 5 "f". Advisor: Prof. Dr. Überson Boaretto Rossa. Dissertation (Master of Science) - Graduate Course in Technology and Environment, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

Santa Catarina is the fifth largest producer of cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz), but the productivity of the plantations is low. Considered a rustic plant, cassava adapts to various edaphoclimatic environments. Given this reality, the objective of this work was to evaluate different doses of slow-release fertilizer (FLL), a dose of NPK and chicken manure on the development and productivity of the biofortified cassava cultivars BRS 401 and BRS 397. The study was conducted in a rural property in the municipality of Araquari, between November 2020 and June 2021. The experimental plots were randomized blocks, with 6 treatments and 3 repetitions, with 6 plants as experimental unit. The treatments were: T1-0 g (control); T2-30 g; T3-60 g; T4-120 g FLL; T5-40 g NPK and T6-500 g chicken manure per plant. Plant development was analyzed by the variables height, collar diameter, number of lobes and leaf petiole. In productivity, leaf area, fresh aboveground biomass, dry aboveground biomass, total fresh root, total dry root and commercial root were analyzed. The fertilization technologies did not influence significantly the morphology of the leaves, but increased the height and production of biomass of the aerial part and roots of cassava plants of the BRS 401 and BRS 397 cultivars.

Keywords: fertilization, experiment, slow-release fertilizer, *Manihot esculenta*.

Lista de Figuras

Figura 1	Dados climáticos de precipitação e temperaturas no período de desenvolvimento das plantas de mandioca – BRS 401. Araquari/SC 2020/2021.....	24
Figura 2	Dados de regressão da altura total(H), diâmetro do coleto (DC) e pecíolo da folha (PF) das plantas de mandioca biofortificada BRS 401	31
Figura 3	Dados de regressão da Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca raiz (BFR), Biomassa seca raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC) da BRS 401.....	36
Figura 4	Dados climáticos de precipitação e temperaturas no período de desenvolvimento das plantas de mandioca – BRS 397. Araquari/SC 2020/2021.....	41
Figura 5	Dados de regressão da altura total(H), diâmetro do coleto (DC) e Número de Lóbulos (NL) das plantas de mandioca BRS 397.....	48
Figura 6	Dados de regressão da Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Biomassa fresca raiz (BFR) e Biomassa seca raiz (BSR) das plantas de mandioca BRS 397.....	52

Lista de Tabelas

Tabela 1	Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de mandioca BRS 401.....	24
Tabela 2	Características químicas dos fertilizantes de liberação lenta e convencional aplicados em cultivo de mandioca BRS 401.....	26
Tabela 3	Composição química (%) do esterco de galinha aplicado em cultivo de mandioca BRS 401.....	26
Tabela 4	Médias das variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), largura de folhas (LF), pecíolo da folha (PF) e número de lóbulos (NL)da mandioca BRS 401	28
Tabela 5	Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca raiz (BFR), Biomassa seca raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC) da mandioca BRS 401.....	32
Tabela 6	Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de mandioca BRS 397.....	41/42
Tabela 7	Características químicas dos fertilizantes de liberação lenta e convencional aplicados em cultivo de mandioca BRS 397	43
Tabela 8	Composição química (%) do esterco de galinha aplicado em cultivo de mandioca BRS 397 Araquari/SC.....	43
Tabela 9	Médias das variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), largura de folhas (LF), pecíolo da folha (PF) e número de lóbulos (NL)da mandioca BRS 397.....	45
Tabela 10	Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca raiz (BFR), Biomassa seca raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC) da mandioca BRS 401.....	49

Lista de Abreviaturas e Siglas

AF	Área Foliar
ANOVA	Análise de Variância
BFPA	Biomassa Fresca Parte Aérea
BSPA	Biomassa Seca Parte Aérea
BFR	Biomassa Fresca da Raiz
BSR	Biomassa Seca Raiz
BST	Biomassa Seca Total
Cfa	Clima Subtropical Úmido
CV	Coefficiente de Variação
DC	Diâmetro do Colo
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DMET	Dose de Máxima Eficiência Técnica
FLL	Fertilizante de Liberação Lenta
H	Altura da Parte Aérea
NL	Número de Lóbulos
PF	Pecíolo da Folha
PRC	Peso Raiz Comercial

SUMÁRIO

1.CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE.....	14
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 Geral.....	19
2.2 Específicos.....	19
3. DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS401 EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO.....	20
3.1 Introdução.....	21
3.2 Material e Métodos.....	23
3.3 Resultados e Discussão.....	27
3.4 Conclusão.....	36
4. ADUBAÇÃO DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 397 COM FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA, CONVENCIONAL E ORGÂNICA.....	37
4.1 Introdução.....	38
4.2 Material e Métodos.....	40
4.3 Resultados e Discussão.....	44
4.4 Conclusão.....	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
6. REFERÊNCIAS.....	54

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem importância fundamental na mesa do brasileiro. Oriunda da América do Sul, possui grande valor nutricional e diversas formas de consumo. Quando cozida, contém e disponibiliza cálcio, magnésio, fósforo, potássio e vitamina C. Além de ser um alimento rico em nutrientes para o ser humano, também é muito utilizada na alimentação animal (MODESTO; ALVES, 2014).

De tradição milenar, a prática do cultivo da mandioca comestível, aipim, mandioca mansa ou macaxeira, é uma atividade habitual na agricultura familiar e em grandes propriedades espalhadas por todo o território nacional. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), o tubérculo é a quarta cultura de produção de alimentos mais importante do mundo, principalmente na região tropical, pois sua raiz e demais subprodutos são consumidos por mais de 800 milhões de pessoas, apenas, no Continente Africano (MODESTO; ALVES, 2014).

Diante dos benefícios para a alimentação humana, animal e desenvolvimento da agroindústria, faz-se necessário aprofundar as pesquisas sobre novas cultivares de mandioca, analisando seu desenvolvimento, produtividade, com tecnologias que podem impactar positivamente nos aspectos socioeconômicos de propriedades rurais.

Dada a relevância da cultura, é de fundamental importância realizar experimentos das cultivares melhoradas, pois elas podem representar um aumento na produtividade, sendo uma alternativa rentável, principalmente, à pequena propriedade rural e, conseqüentemente, promover melhorias nas condições sociais e econômicas das famílias que habitam o meio rural (GUIMARÃES *et al.*, 2017).

A mandioca é considerada uma cultura rústica e adaptada a variados ambientes edafoclimáticos. Isso, em parte, deve-se à enorme diversidade genética associada à alta capacidade adaptativa desta espécie nativa do Brasil (SILVA *et al.*, 2013). Apesar dessas vantagens competitivas, o cultivo comercial não se encontra no mesmo nível tecnológico de outras grandes culturas plantadas no país (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020)

Na atualidade, o maior produtor de mandioca do mundo é a Nigéria, seguido da Tailândia, Congo e Gana com o Brasil ocupando a 5ª colocação com a produção acima de 17,6 milhões de toneladas produzidos em 1,2 milhões de hectares (PAZ *et al.*, 2020).

De acordo com Fernandes *et al.*, (2017), a Região Norte brasileira lidera a produção nacional de mandioca com 36,1% da safra, seguida pela Região Nordeste com 25,1% e pela Região Sul, representado a terceira força produtora com 22,1% da produção nacional .

Santa Catarina ocupa a 16ª posição na produção de mandioca no Brasil, que tem como maiores produtores os Estados do Pará, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Amazonas (MUNICIPAL, 2021)

Em mais de trinta anos de testes e investigações, a Embrapa produziu inúmeras pesquisas buscando encontrar as melhores cultivares e fertilizações para cada solo (MODESTO; ALVES, 2014). No ano de 2015, a Embrapa Cerrados (Planaltina-DF) lançou as cultivares de mandioca de mesa: BRS 397, BRS 398, BRS 399, BRS 400, BRS 401. (EMBRAPA, 2015).

Na região do cerrado, os sistemas de produção de mandioca de mesa apresentam-se em pequena escala, o que os aproxima da agricultura familiar, com utilização de pouca tecnologia, mão de obra familiar e comercialização concentrada no mercado local (PAZ *et al.*, 2020).

A biofortificada BRS 401, tem a produção e comercialização de mudas feitas pela CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal. Trata-se de cultivar de mandioca de mesa de polpa rosada com alto teor de licopeno nas raízes, substância esta que apresenta importantes propriedades antioxidantes. Em função de sua precocidade a cultivar deve ser colhida preferencialmente de 8 a 12 meses, nesse período a média de produtividade das raízes é de 29.103 kg/ha, sendo a menor produtividade 10.675 kg/ha e a maior 59.881 kg/ha. A frequência de cozimento é 100% abaixo de 30 minutos, tem resistência natural à Bacteriose e a colheita classificada como difícil. Em função da precocidade, a cultivar deve ser colhida, preferencialmente, de oito a doze

meses após o plantio, sendo caracterizada como mandioca de um ano (EMBRAPA TECNOLOGIA, 2015)

A cultivar de mandioca de mesa BRS 397 foi selecionada dentro de uma população segregante gerada por meio do cruzamento entre as cultivares de mandioca de mesa BRS Moura e IAC 576-70, que estão conservadas no Banco Regional de Germoplasma do Cerrado (BGMC) com os códigos BGMC 1289 e BGMC 753, respectivamente (PAZ et al., 2020). A Embrapa lançou a cultivar em 2015 e a produção e comercialização de mudas são feitas pela CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal (EMBRAPA TECNOLOGIA, 2015)

É uma cultivar de mandioca de mesa com polpa amarela e alto teor de betacaroteno (que é o precursor da vitamina A) nas raízes. No Distrito federal e em torno, ela apresenta produtividade de até 78 toneladas por hectare. Por ser uma cultivar precoce, deve ser colhida preferencialmente entre 8 e 12 meses após o plantio. A BRS 397 apresenta um tempo reduzido para cozimento, textura farinácea, sabor característico e ausência de fibras. Além disto, a cultivar apresenta moderada resistência à bacteriose, sendo mais indicada para o plantio em solos de média a alta fertilidade (EMBRAPA TECNOLOGIA, 2015)

A mandioca, mesmo sendo uma planta rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade, apresenta respostas significativas ao uso de adubos com aumento no desenvolvimento e na produtividade (THOMAS et al., 2016).

A adubação prevê a reposição dos principais nutrientes extraídos pela cultura. Ao ser cultivada em solos com baixa fertilidade, a mandioca apresenta incremento de produtividade quando há o uso de fertilizantes. No entanto, quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, geralmente, há pouca ou nenhuma resposta à adubação (THOMAS et al., 2016).

Variação significativa no desenvolvimento e na produtividade da mandioca é demonstrada no manual de manejo da fertilidade da mandioca bases técnicas, quando são utilizadas adubações diversificadas (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020).

É importante destacar que um substancial aumento obtido na produtividade da mandioca, deve-se às melhorias do manejo da cultura e da fertilização buscando o balanço nutricional (UCHÔA *et al.*, 2020).

Assim, a quantidade de fertilizantes aplicada e suas características dependerão das necessidades nutricionais da espécie, da fertilidade do solo, da maneira com que os adubos reagem no solo e sua eficiência. É necessário haver uma compatibilidade entre a necessidade das plantas e os nutrientes oferecidos a ela (THOMAS *et al.*, 2016).

Os métodos de avaliação da eficácia dos programas de adubação envolvem a análise de parâmetros morfológica e de produção das plantas submetidas a diferentes técnicas de fertilização. Morais *et al.*, (2020) preconizam que os parâmetros Biométricos e produtivos da cultura da mandioca são altura, diâmetro do coleto, número de lóbulos, pecíolo da folha, área foliar, peso da raiz total e peso da raiz comercial.

Os produtores de mandioca da região onde realizou-se o experimento, geralmente utilizam a tecnologia de adubação mineral – NPK 15 00 15. No entanto, o nitrogênio deve ser aplicado somente em caso de haver deficiência extrema no desenvolvimento inicial das plantas. Em solos já adubados é necessário cautela, pois o excesso de nitrogênio contribui para o desenvolvimento vigoroso da parte aérea da mandioca, produzindo um detrimento da raiz (SILVA *et al.*, 2017).

Alternativas tecnológicas como o esterco de galinha e fertilizantes de liberação lenta -FLL não disponibilizam seus elementos às plantas no momento da adubação, mas ao longo do ciclo da cultura. Em se tratando do esterco de galinha, os nutrientes são disponibilizados com a mineralização do material orgânico promovida pela biomassa microbiana do solo, que promove a mineralização podendo ter um efeito residual ou imediato Rós; *et al.*, (2013).

Os FLL apresentam um custo superior às fontes NPK e esterco de galinha. Logo, requer uma adequação das doses nos diferentes sistemas de produção para otimizar o uso do insumo e garantir uma economia no processo produtivo (ROSSA *et al.*, 2015a).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tecnologias de fertilização – Fertilizante de Liberação Lenta (FLL), NPK e de esterco de galinha - no desenvolvimento e produtividade das cultivares de mandioca biofortificadas BRS 401 e BRS 397 em solo de textura argilosa, no norte de Santa Catarina.

2.2 Específicos

Avaliar o desenvolvimento e a produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 401 com fertilização de NPK, esterco de galinha e diferentes doses de fertilizante de liberação lenta – FLL.

Contribuir com o referencial de indicadores de desenvolvimento e produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 401.

Analisar o desenvolvimento e a produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 397 com fertilização de NPK, esterco de galinha e diferentes doses de fertilizante de liberação lenta – FLL.

Auxiliar o referencial de indicadores de desenvolvimento e produtividade das cultivares biofortificadas de mandioca BRS 397 e BRS 401.

3 DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 401 EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO

Resumo

Santa Catarina é o décimo sexto maior produtor de mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz), mas a produtividade das lavouras é baixa. Considerada uma planta rústica, a mandioca adapta-se a variados ambientes edafoclimáticos. Diante dessa realidade, o trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de fertilizante de liberação lenta (FLL), uma dose de NPK e de esterco de galinha no desenvolvimento e na produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 401. O Estudo foi realizado em propriedade rural no município de Araquari, entre novembro de 2020 e junho de 2021. As parcelas experimentais foram constituídas por blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 3 repetições, tendo 6 plantas como unidade experimental. Os tratamentos foram: T1-0 g (testemunha); T2-30 g; T3-60 g; T4-120 g de FLL; T5-40 g NPK e T6-500 g esterco de galinha por planta. O desenvolvimento das plantas foi analisado pelas variáveis altura, diâmetro do coleto, número de lóbulos e pecíolo da folha. Na produtividade foram analisados área foliar, biomassa parte aérea fresca, biomassa parte aérea seca, raiz total fresca, raiz total seca e raiz comercial. As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na área foliar das folhas, porém incrementaram a altura e produção de biomassa da parte aérea e das raízes das plantas de mandioca da cultivar BRS 401.

Palavras-chave: adubação, experimento, fertilizante de liberação lenta, *Manihot esculenta*.

Abstract

Santa Catarina is the fifth largest producer of cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz), but the productivity of the plantations is low. Considered a rustic plant, cassava adapts to various edaphoclimatic environments. Given this reality, the objective of this work was to evaluate different doses of slow-release fertilizer (FLL), a dose of NPK and chicken manure on the development and productivity of the biofortified cassava

cultivar BRS 401. The study was conducted in a rural property in the municipality of Araquari, between November 2020 and June 2021. The experimental plots were randomized blocks, with 6 treatments and 3 repetitions, with 6 plants as experimental unit. The treatments were: T1-0 g (control); T2-30 g; T3-60 g; T4-120 g FLL; T5-40 g NPK and T6-500 g chicken manure per plant. Plant development was analyzed by the variables height, collar diameter, number of lobes and leaf petiole. In productivity, leaf area, fresh aboveground biomass, dry aboveground biomass, total fresh root, total dry root and commercial root were analyzed. The fertilization technologies did not influence significantly the morphology of the leaves, but increased the height and production of biomass of the aerial part and roots of cassava plants of the BRS 401 cultivar.

Keywords: fertilization, experiment, slow-release fertilizer, *Manihot esculenta*.

3.1 Introdução

A biofortificada BRS 401, tem a produção e comercialização de mudas feitas pela CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal. Trata-se de cultivar de mandioca de mesa de polpa rosada com alto teor de licopeno nas raízes, substância esta que apresenta importantes propriedades antioxidantes. Em função de sua precocidade a cultivar deve ser colhida preferencialmente de 8 a 12 meses onde, nesse período, a média de produtividade das raízes é de 29.103 kg/ha, sendo a menor produtividade 10.675 kg/ha e a maior 59.881 kg/ha. A frequência de cozimento é 100% abaixo de 30 minutos, tem resistência natural à Bacteriose e a colheita classificada como difícil. Em função da precocidade, a cultivar deve ser colhida, preferencialmente, de oito a doze meses após o plantio, sendo caracterizada como mandioca de um ano (EMBRAPA TECNOLOGIA, 2015)

A mandioca, mesmo sendo uma planta rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade, apresenta respostas significativas ao uso de adubos com aumento no desenvolvimento e na produtividade (THOMAS *et al.*, 2016).

A adubação prevê a reposição dos principais nutrientes extraídos pela cultura. Ao ser cultivada em solos com baixa fertilidade, a mandioca apresenta incremento de produtividade quando há o uso de fertilizantes. No entanto, quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, geralmente, há pouca ou nenhuma resposta à adubação (THOMAS *et al.*, 2016).

Variação significativa no desenvolvimento e na produtividade da mandioca é demonstrada no manual de manejo da fertilidade da mandioca bases técnicas, quando são utilizadas adubações diversificadas (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020).

É importante destacar que um substancial aumento obtido na produtividade da mandioca, deve-se às melhorias do manejo da cultura e da fertilização buscando o balanço nutricional (UCHÔA *et al.*, 2020).

Assim, a quantidade de fertilizantes aplicada e suas características dependerão das necessidades nutricionais da espécie, da fertilidade do solo, da maneira com que os adubos reagem no solo e sua eficiência. É necessário haver uma compatibilidade entre a necessidade das plantas e os nutrientes oferecidos a ela (THOMAS *et al.*, 2016).

Os métodos de avaliação da eficácia dos programas de adubação envolvem a análise de parâmetros morfológica e de produção das plantas submetidas a diferentes técnicas de fertilização. Moraes *et al.*, (2020) preconizam que os parâmetros Biométricos e produtivos da cultura da mandioca são altura, diâmetro do coleto, número de lóbulos, pecíolo da folha, área foliar, peso da raiz total e peso da raiz comercial.

Os produtores de mandioca da região onde realizou-se o experimento, geralmente utilizam a tecnologia de adubação mineral – NPK 15 00 15. No entanto, o nitrogênio deve ser aplicado somente em caso de haver deficiência extrema no desenvolvimento inicial das plantas. Em solos já adubados é necessário cautela, pois o

excesso de nitrogênio contribui para o desenvolvimento vigoroso da parte aérea da mandioca, produzindo um detrimento da raiz (SILVA *et al.*, 2017).

Alternativas tecnológicas como o esterco de galinha e FLL não disponibilizam seus elementos às plantas no momento da adubação, mas ao longo do ciclo da cultura. Em se tratando do esterco de galinha, os nutrientes são disponibilizados com a mineralização do material orgânico promovida pela biomassa microbiana do solo, que promove a mineralização podendo ter um efeito residual ou imediato, segundo Rós; *et al.*, (2013).

Os FLL apresentam um custo superior às fontes NPK e esterco de galinha. Logo, requer uma adequação das doses nos diferentes sistemas de produção para otimizar o uso do insumo e garantir uma economia no processo produtivo (ROSSA *et al.*, 2015a).

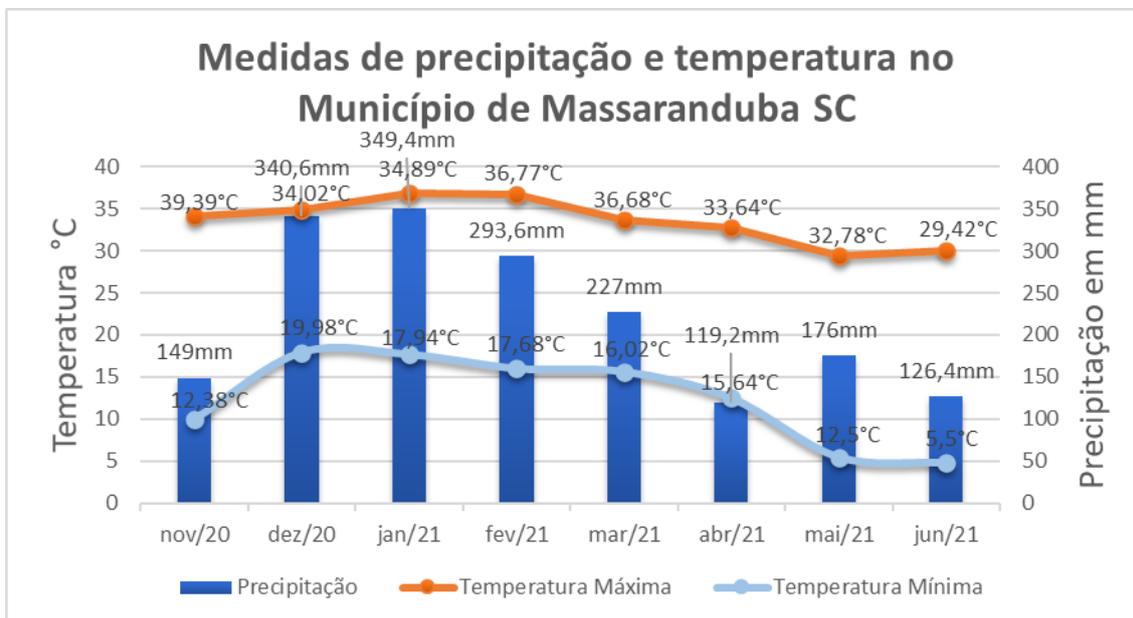
Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes tecnologias de fertilização usando FLL, NPK e de esterco de galinha - no desenvolvimento e produtividade da cultivar biofortificadas BRS 401.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado durante o período de novembro de 2020 a junho de 2021, sendo conduzido em uma propriedade rural situada no município de Araquari (SC), Latitude 26° 22' 13" Sul e longitude 48° 43' 24" Oeste, numa altitude de 15 m.s.n.m.

O clima da região é subtropical úmido com verões quentes sendo classificado como Cfa no sistema de classificação de Köppen (KUNCHTNER; BURROL, 2001). No decorrer do experimento a temperatura máxima registrada foi de 36,77°C e a mínima de 4,81°C. Os dados climáticos sob os quais o experimento foi conduzido são representados na figura 1.

Figura 1. Dados climáticos de precipitação e temperaturas no período de desenvolvimento das plantas de mandioca – BRS 401. Araquari/SC 2020/2021. ‘



Fonte: CLIMÁTICA (2021)

Amostras compostas do solo foram coletadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidades e encaminhadas para laboratório de análise, cujo resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de mandioca BRS 401. Araquari/SC 2020/2021.

Granulometria										
Argila	Areia	Silte	Tipo solo							
----- g kg ⁻¹ -----										
27,1	45,8	26,1	Solo tipo 2							
Características químicas										
pH	SMP	P	M.O.	Al ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ +Al ⁺³	SB	V
	CaCl ₂		mg/dm ³	%			cmol _c /dm ³			%

4,9	5,3	33,5	1,6	0,0	160	4,9	2,2	4,1	9,6	64,19
-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Fonte: CORREA (2020)

Os resultados da análise física do solo apontaram: 27,1 % de argila, 26,1% de silte, e 45,8% de areia. Onde, acordo com a Instrução Normativa n° 2 de 9 de outubro de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é caracterizado como solo do tipo 2. O solo de cultivo foi identificado como classe textural franco argilo arenosa (HERNANDEZ, 2011).

A partir dos resultados de acidez do solo analisados, pH SMP e CaCl_2 de 5,3 e 4,9 respectivamente, houve necessidade de calagem. Em solos ácidos o uso da calagem proporciona melhorias nas condições gerais da cultura (BRANCALIÃO; CAMPOS; BICUDO, 2015). Foi realizada aplicação de 0,08 kg/m² de calcário dolomítico com PRNT de 70% (o que corresponde a 800 kg/ha) e, em seguida, o solo foi revolvido com enxada rotativa de um micro trator Tobatta.

A implantação do experimento ocorreu no dia 09 de novembro de 2020, com mudas apresentando 5 a 6 folhas e altura aproximada de 15 cm. As mudas clonadas foram produzidas pela empresa CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal, através da técnica de cultura de tecidos por micropropagação.

A área de plantio possui histórico de cultivo de milho, feijão e mandioca. O solo foi preparado com o auxílio de um trator Massey Ferguson 275 de porte médio utilizando sua enxada rotativa onde, posteriormente, foram abertas as covas com enxada manual em fileiras de 110 cm de largura e distanciamento entre as covas de 55 cm, totalizando 16.528 covas por hectare

Durante a condução do experimento foram realizadas quatro operações de controle de plantas invasoras através de capina manual. A primeira capina foi aos 28 dias após o plantio, a segundo aos 60 dias, depois aos 110 e 170 dias respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 5 plantas cada e a

parcela útil foi composta pelas 6 plantas centrais sendo as demais consideradas plantas de bordaduras (SANTANA, 2018).

Para os tratamentos foram utilizados o FLL da marca comercial Basacote Plus 12M, fertilizante mineral NPK 15 00 15 e esterco de galinha. As características químicas do FLL e do NPK estão apresentadas na Tabela 2. Os tratamentos foram: T1-0 g FLL (testemunha); T2-30 g FLL; T3-60 g FLL; T4-120 g FLL; T5-40 g NPK; T6-500 g esterco de galinha por planta.

Tabela 2. Características químicas dos FLL e convencional aplicados em cultivo de mandioca BRS 401.

	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Mg (%)	S (%)	Fe(%)	B (%)	Cu(%)	Mn (%)
		Mo (%)	Zn (%)						
FLL	15,00	8,00	12,00	1,2	5,00	0,4	0,02	0,05	0,06
	0,015	0,02							
Fertilizante									
convencional	15,00	0,00	15,00						

Fonte: COMPO EXPERT (2021) e AGROFY (2022)

O Esterco de galinha foi utilizado com o objetivo de valorizar o conhecimento popular dos agricultores da região que há décadas utiliza para repor nutrientes no solo. A quantidade de 500 gramas por cova baseou-se no folder de orientações da Embrapa (EMBRAPA, 2017). As características químicas do esterco de galinha são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química (%) do esterco de galinha

Fertilizante	C	N	P	K	CN
Esterco de galinha	33	3,9	1,1	1,4	8

--	--	--	--	--	--

Fonte: Luz (2022)

Aos 220 dias de experimento foram coletados os dados da altura, diâmetro do coleto, número de lóbulos, pecíolo da folha e largura da folha, com o auxílio de régua (cm) e paquímetro (mm).

A biomassa fresca da parte aérea, o peso total da raiz fresca e o peso comercial da raiz inatura, foram determinados com auxílio de balança de precisão milesimal. Em seguida, a parte aérea e as raízes, após passarem por um processo de pré-secagem, foram acomodadas em sacos de papel pardo e secadas em estufa a 70 °C, com ventilação forçada até atingirem o peso constante. Foram analisados os parâmetros biométricos de Altura Total (H), Diâmetro do Coleto (DC), Largura das Folhas (LF), Pecíolo da Folha (PF) e Número de Lóbulos (NL). Nos parâmetros produtivos, foram analisados a Biomassa Fresca Parte Aérea (BFPA), Biomassa Seca Parte Aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca Raiz (BFR), Biomassa seca Raiz (BSR) e o Peso Raiz Comercial (PRC).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e realizado a comparação das médias, aplicando o teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Também foi realizada análise de regressão, considerando a significância dos coeficientes, testada até o nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação utilizado foi R^2 (ROSSA *et al.*, 2015a).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das médias das variáveis de produção H, DC, LF, PF e NL da mandioca BRS 401 avaliados aos 220 dias do plantio, são apresentados na Tabela 4.

Observou-se que não houve resposta significativa para os parâmetros vegetativos DC, LF, PF e NL avaliados com a aplicação das fertilizações. No parâmetro H, a aplicação do FLL promoveu incremento quando comparado ao tratamento sem fertilização, NPK e esterco de galinha.

Tabela 4. Médias das variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), largura de folhas (LF), pecíolo da folha (PF) e número de lóbulos (NL).

Parâmetros biométricos					
Doses de Fertilizantes	H (cm)	DC (mm)	LF (cm)	PF (cm)	NL
0g-1(T1)	163,87 bc	114,16 a	20,60 a	19,57 a	755 a
FLL 30g-1 (T2)	173,14 abc	127,46 a	22,10 a	21,40 a	7,81 a
FLL 60g-1 (T3)	180,57 ab	142,74 a	21,16 a	21,08 a	7,60 a
FLL 120g-1(T4)	185,97 a	126,56 a	22,25 a	22,39 a	7,30 a
NPK(T5)	168.49 abc	131.97 a	19.44 a	18.02 a	7.19 a
Esterco de galinha(T6)	160.09 c	119.61 a	21.05 a	18.77 a	7.36 a
CV (%)	4.17	8.43	7.89	12.04	4.43

As Médias seguidas pela mesma letra na não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Para a variável H da parte aérea observou-se no grupo de plantas fertilizadas com FLL diferença entre os tratamentos. O FLL promoveu incremento na altura das plantas demonstrando um aumento linear na medida em que se elevou a dose.

As plantas que receberam 120 g de FLL apresentaram maior desempenho atingindo 185,97 cm, seguido das plantas fertilizadas com 60 g de FLL com 180,57 cm de altura. Resultados semelhantes foram encontrados por *Rossa et al.*, (2015b), quando estudaram o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e observaram o aumento da altura das mudas com a aplicação de FLL. Em outro trabalho, observou-se interação significativa no parâmetro altura da planta com a utilização do FLL na produção de mudas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (*ROSSA et al.*, 2014).

Ao avaliar substratos e doses de FLL no crescimento e qualidade de mudas de Paricá (*DE SOUZA SANTIAGO et al.*, 2021) verificou que os dados para a altura da parte aérea apresentaram melhor ajuste para a equação quadrática, resultado este que condiz com os descritos por *Rossa et al.*, (2013) onde a aplicação de FLL levou a ganhos

significativos de crescimento das mudas de Paricá se comparado às plantas não fertilizadas. A adubação nitrogenada pode ter uma relação com o aumento da altura linear, pois em estudo realizado pelo mesmo autor foram obtidos resultados semelhantes quando a altura de mudas de *Schinus terebinthifolius*, aumentou conforme a elevação dos níveis de fertilizantes com significativa proporção de nitrogênio em sua composição (ROSSA *et al.*, 2015b).

As plantas fertilizadas com 120 g de FLL superaram as que receberam o esterco de galinha em 13,91% e, em comparação com as plantas adubadas com NPK, a superioridade foi de 9,39%. Na medida em que é aumentada a dose de FLL, há um incremento na altura das plantas. Nota-se que no T2 (30 g FLL) atingiu 173,14 cm, aumentando 4,11% (180,57 cm) no T3 (60 g FLL) e voltando a aumentar 2,89% (185,97 cm) no T4 (Tabela 3).

No parâmetro DC, as plantas que receberam 60 g de FLL e 40 g de NPK obtiveram os melhores resultados, sendo o FLL com 142,74 mm, 16,20% a mais do que as plantas fertilizadas com esterco de galinha e o NPK com 131,97 mm, 9,36% superior ao esterco de galinha.

Em trabalho que analisou o desenvolvimento do DC em plantas de mandioca fertilizadas com NPK e esterco de galinha, Merangin *et al.*, (2018) verificaram as melhores médias do diâmetro das plantas no tratamento com esterco de aves, porém sem valor significativo.

Em estudo realizado no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico branco uso de FLL não resultou em maiores aumentos no diâmetro do coleto do que em mudas com adubação convencional (LANG *et al.*, 2011).

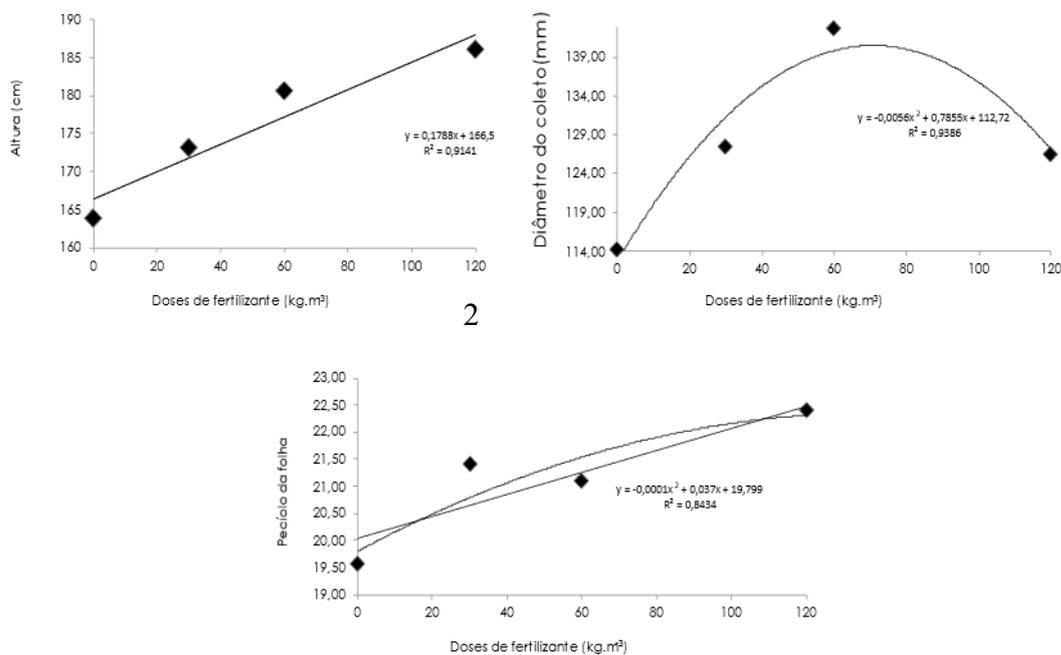
Desempenho positivo do DC, com o aumento das doses de FLL, foi verificado em estudo de substrato e doses de FLL no desenvolvimento de mudas de Paricá, onde o substrato areia promoveu maior eficiência nas doses de FLL em comparação ao NPK (DE SOUZA SANTIAGO *et al.*, 2021). Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Rossa *et al.*, (2013) ao avaliar os parâmetros de crescimento de mudas de Paricá.

Na variável PF, as plantas fertilizadas com doses de FLL obtiveram resultado 16,65% superior às que foram adubadas com NPK e 13,18% às que receberam esterco de galinha. Para os parâmetros LF e NL não houve diferenciação significativa entre as fertilizações com FLL, NPK e esterco de galinha.

A análise de regressão foi feita com os dados do FLL comparando os T1, T2, T3 e T4 nos parâmetros H, DC e PF que demonstraram resultado significativo. Não foi realizada a regressão nas variáveis LF e NL, pois as mesmas não apresentaram respostas significativas às diferentes doses de fertilização. Para os parâmetros H e PF a equação foi linear, pois, conforme foi aumentada a dose de FLL, maior foi o desempenho. (Figuras 2a e 2c).

No DC (Figura 2b), nota-se que houve uma correlação quadrática, onde o T3 obteve o maior desempenho. Em trabalho realizado na segunda metade do século XX, ao estudar a Lei de Mitscherlich, criada pelo professor alemão Eilhard Alfred Mitscherlich em 1909, Gomes (1951) percebeu que a análise da variância em certos casos é perturbada pela existência da correlação e que isso ocorre, por exemplo, quando se experimentam doses diferentes de um mesmo adubo. Ainda segundo o autor, é preciso levar em conta a correlação, sem o que a análise da variância pode conduzir a resultados falsos. Apesar de, em geral, se supor que a regressão é linear, em experiências de adubação é frequente o caso da existência de regressão não linear, geralmente do tipo exponencial introduzido por Mitscherlich (GOMES, 1951).

Figura 2. Dados de regressão da altura total(H), diâmetro do coleto (DC) e pecíolo da folha (PF).



Fonte: O Autor (2022)

As figuras 2a, 2b e 2c correspondem aos parâmetros que apresentaram resultados significativos com as fertilizações de FLL.

Considerando os resultados obtidos, percebeu-se uma tendência de aumento das H médias das plantas e do PF submetidas a maiores doses de FLL, numa tendência linear.

Para a variável DC, as plantas fertilizadas com NPK alcançaram melhores resultados do que as plantas que receberam 30 e 120 g de FLL respectivamente. Os dados, representados nas Figuras 2, demonstram essa situação.

Na avaliação dos parâmetros produtivos, nota -se a influência do FLL na biomassa da parte aérea e na raiz. O Tratamento 4 (120 g de FLL) atingiu 3975,52 g na BFPA e 2647,71 g na biomassa fresca das raízes, num total de 43.761 kg/ha (Tabela 5).

Tabela 5. Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca raiz (BFR), Biomassa seca raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC)

Parâmetros produtivos						
Doses de FLL	BFPA g	BSPA g	BFR g	BSR g	PRC g	AF cm ²
Og-1 (T1)	1379.05 b	260.21 b	2294.17 a	629.89 a	1554.70 a	179.16 a
FLL 30g-1 (T2)	1778.41 b	331.44 ab	2164.50 a	606.66 a	1619.92 a	197.17 a
FLL 60g-1 (T3)	2329.36 b	491.23 ab	2597.48 a	673.76 a	2035.71 a	244.24 a
FLL 120g-1(T4)	3975.52 a	600.75 a	2647.71 a	700.94 a	1859.09 a	234.24 a
NPK(T5)	407.44 b	278.56 b	2059.63 a	615.65 a	1614.63 a	198.21 a
Esterco						
Galinha(T6)	1495.05b	298.59ab	1787.16a	532.81a	1262.19 a	203.11a
CV (%)	20.33	28.93	21.89	18.93	21.12	27.55

As Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

A variável biomassa fresca da parte aérea apresentou valores diferentes entre os tratamentos, sendo que as plantas fertilizadas com o 120 g de FLL alcançaram o maior desempenho ao atingir 65.698 kg/ha, sendo 41,40% a mais do que plantas que receberam 60 g de FLL com 38.493 kg/ha e 55,26% acima das plantas adubadas com 30 g de FLL que obtiveram 29.386 kg/ha.

Ao comparar os efeitos de diferentes doses de FLL no crescimento de mudas de *Galesia integrifolia*, *Rossa et al.* (2014) encontraram resultados parecidos na produção de biomassa fresca da parte aérea.

Novamente é possível observar que o FLL se destaca, com maior desempenho, em relação ao NPK, esterco de galinha e tratamento sem fertilização na produção da biomassa fresca da parte aérea. As plantas que receberam 120 g de FLL foram superiores às fertilizadas com esterco de galinha em 62,39%, em comparação com as plantas fertilizadas com NPK, a superioridade foi de 64,59% e, em relação às plantas que não receberam nenhum tratamento, a diferença pró FLL foi de 65,31% (Tabela 5).

Ao estudar o FLL no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*), Dutra *et al.* (2017) identificaram que a produção de massa seca de raiz e total, massa seca da parte aérea e a relação massa seca aérea e massa seca de raiz foram influenciadas significativamente de forma isolada pelas doses do FLL avaliadas.

A importância do acúmulo de biomassa está relacionada à quantidade de carbono presente na planta. Em se tratando em cultivares de espécies que acumulam energia em forma de amido nos tubérculos, ela pode refletir em uma maior produção de biomassa da raiz (MODRZYŃSKI *et al.*, 2015).

Na medida em que é aumentada a dose de FLL, há um incremento no peso da biomassa fresca aérea. Percebe-se que no T2 (30 g FLL) as plantas atingiram 29.386 kg/ha de biomassa aérea, aumentando 23,65% (38.493 kg/ha) no T3 (60 g FLL) e voltando a ter um acréscimo de 41,15% (65.698 kg/ha) no T4 (120 g FLL).

No parâmetro peso da raiz fresca, nota-se que as plantas fertilizadas com FLL alcançaram os melhores resultados. As que receberam 120 g de FLL atingiram 43.761 kg/ha, ou seja, 32,50% a mais do que as plantas adubadas com esterco de galinha que produziram 29.538 kg/ha e 24,68% superior às que não receberam tratamento com 37.918 kg/ha. É uma produtividade superior em mais de 100% à média da Região Sul do Brasil que é de 21.891,85 kg/ha (EMBRAPA, 2018). Comparando com a média de produtividade de Santa Catarina, a diferença é ainda maior. O Estado catarinense tem uma média de produtividade em torno de 17.000 kg/ha (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020).

Ao aumentar a dose de FLL, também aumenta o peso da raiz fresca. As plantas que receberam 60 g de FLL produziram 42.931 kg/ha, 16,66% a mais do que as plantas fertilizadas com 30 g de FLL que atingiram a produção de 35.774 kg/há. Já as plantas que foram adubadas com 120 g de FLL alcançaram a produtividade de 43.761 kg/ha

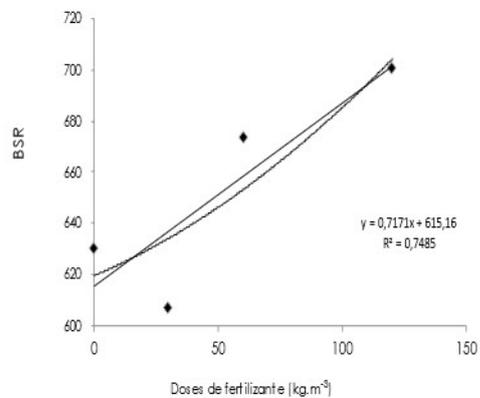
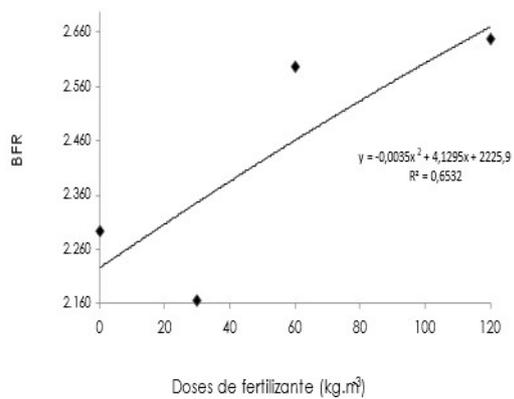
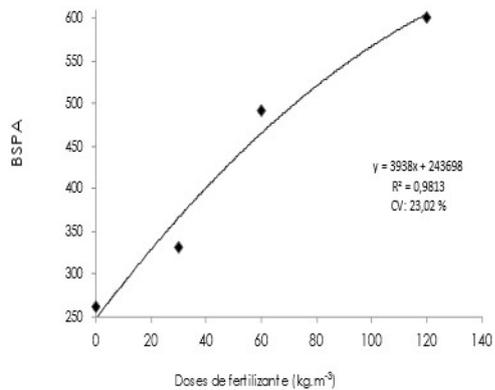
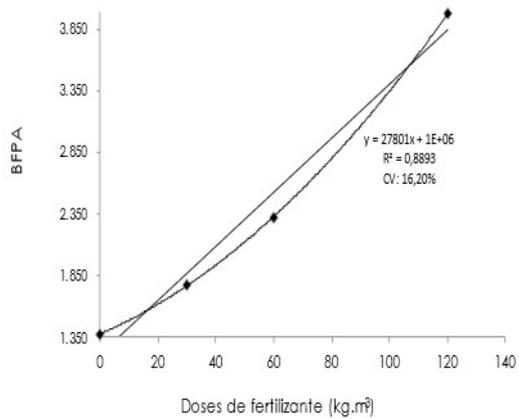
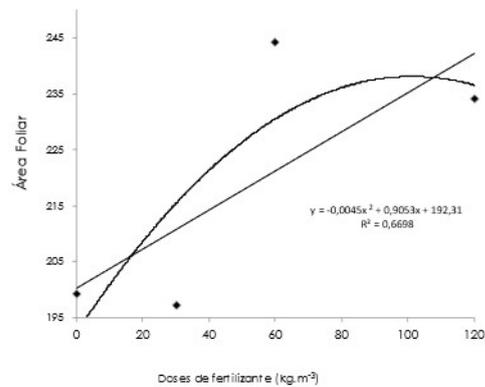
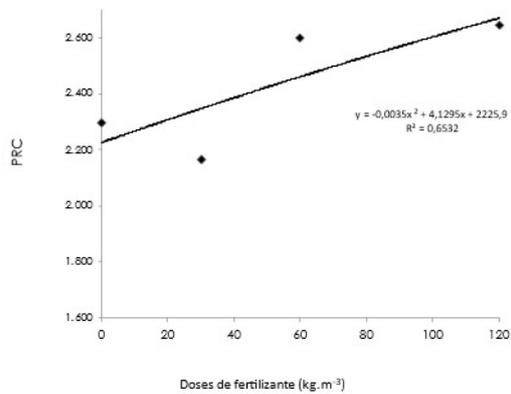
com um acréscimo de 18,25% em relação às que receberam 30 g de FLL e 1,89% a mais do que as fertilizadas com 60 g de FLL.

Situação semelhante foi encontrada no parâmetro biomassa seca da raiz (tabela 4). Em estudo realizado com mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorífera*, Rossa *et al.*, (2011) verificaram influência significativa do FLL em todas as variáveis estudadas.

As plantas fertilizadas com esterco de galinha produziram 29.538 kg por hectare, resultado 22,09% inferior ao alcançado pelas plantas sem fertilização que obtiveram a produtividade de 37.918 kg. Em experimento realizado utilizando a fertilização com esterco de galinha a produtividade de raízes de mandioca, em termos de produção de massa por hectare, apresentou um acréscimo de 19% em relação a produtividade sem o uso do fertilizante Rós *et al.*,(2013). Esse resultado contradiz com o obtido no experimento.

Considerando os dados obtidos nos parâmetros produtivos, o FLL demonstrou melhor desempenho em todas as variáveis analisadas. Os resultados da análise de regressão feita nos tratamentos com FLL, T1, T2, T3 e T4 são demonstrados na Figura 3.

Figura 3. Dados de regressão da Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca raiz (BFR), Biomassa seca raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC).



Fonte: O Autor (2022)

De modo geral, o FLL promoveu incrementos na biomassa da parte aérea e no peso das raízes. Entretanto, as fertilizações não influenciaram na morfologia das folhas. Pinheiro *et al.*, (2021), ao estudar as características agronômicas e produção de outra cultivar de mandioca, a *Manihot esculenta* Crantz cv. BRS-Poti, submetida a tratos culturais, verificaram que a interação de doses de adubação é significativa no desenvolvimento de biomassa da parte aérea e produção de raízes.

3.4 CONCLUSÃO

- A Fertilização com 120 g de FLL Basacote 12M por cova apresentou maior incremento na altura, na biomassa fresca da parte aérea, na biomassa seca da parte aérea, na biomassa fresca da raiz e na biomassa seca da raiz da cultivar de mandioca BRS 401.
- O esterco de galinha, ao ser comparado com o FLL Basacote 12M e a tecnologia convencional – NPK, não influenciou significativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultivar BRS 401.
- As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na morfologia das folhas, porém incrementaram a altura, produção de biomassa da parte aérea das plantas e biomassa da raiz de mandioca da cultivar BRS 401.

4 ADUBAÇÃO DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 397 COM FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA, CONVENCIONAL E ORGÂNICA

Resumo

A mandioca é uma planta rústica que se adapta a variados ambientes edafoclimáticos. Diante dessa realidade, o trabalho teve como objetivo avaliar três doses de fertilizante de liberação lenta (FLL), uma dose de NPK e mais uma dose de esterco de galinha no desenvolvimento e na produtividade da cultivar BRS 397. O Estudo foi realizado em propriedade rural no município de Araquari (SC), entre novembro de 2020 e junho de 2021. As parcelas experimentais foram constituídas por blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 3 repetições tendo 6 plantas como unidade experimental. Os tratamentos foram: T1-0 g (testemunha); T2-30 g; T3-60 g; T4-120 g de FLL; T5-40 g NPK e T6-500 g esterco de galinha por planta. O desenvolvimento das plantas foi analisado pelas variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de lóbulos (NB) e pecíolo da folha (PF). Na produtividade foram analisados área foliar (AF), biomassa parte aérea fresca (BPA), biomassa parte aérea seca (BSPA), raiz total fresca (RTF), raiz total seca (RTS) e raiz comercial (RC). As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na área foliar das folhas, porém incrementaram a H e produção de biomassa da parte aérea das plantas (BPAF e BPAS) e das raízes (RTF, RTS e, principalmente, RC) de mandioca da cultivar BRS 397.

Palavras-chave: adubação, experimento, fertilizante de liberação lenta, *Manihot esculenta*.

Abstract

Cassava is a rustic plant that adapts to various soil and climate environments. Given this reality, the work aimed to evaluate different doses of slow-release fertilizer (FLL), a dose of NPK and chicken manure in the development and productivity of the cultivar BRS 397. The study was conducted in a rural property in the municipality of

Araquari, between November 2020 and June 2021. The experimental plots were constituted by randomized blocks, with 6 treatments and 3 repetitions having 6 plants as experimental unit. The treatments were: T1-0 g (control); T2-30 g; T3-60 g; T4-120 g FLL; T5-40 g NPK and T6-500 g chicken manure per plant. Plant development was analyzed by the variables: height, collar diameter, number of lobes and leaf petiole. In productivity, leaf area, fresh aboveground biomass, dry aboveground biomass, total fresh root, total dry root and commercial root were analyzed. The fertilization technologies did not influence significantly the leaf morphology, but increased the height and production of biomass of the aerial part of the plants and of the cassava roots of the BRS 397 cultivar.

Keywords: fertilization, experiment, slow-release fertilizer, *Manihot esculenta*.

4.1 INTRODUÇÃO

A cultivar de mandioca de mesa BRS 397 foi selecionada dentro de uma população segregante gerada por meio do cruzamento entre as cultivares de mandioca de mesa BRS Moura e IAC 576-70, que estão conservadas no Banco Regional de Germoplasma do Cerrado (BGMC) com os códigos BGMC 1289 e BGMC 753, respectivamente (PAZ *et al.*, 2020). A Embrapa lançou essa cultivar em 2015 e a produção e comercialização de mudas são feitas pela CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal (EMBRAPA TECNOLOGIA, 2015)

Caracteriza-se por ser uma cultivar de mandioca de mesa com polpa amarela e alto teor de betacaroteno (que é o precursor da vitamina A) nas raízes. No Distrito Federal e em torno, ela apresenta produtividade de até 78 t/ha. Por ser uma cultivar precoce, deve ser colhida, preferencialmente, entre 8 e 12 meses após o plantio e apresenta um tempo reduzido para cozimento, textura farinácea, sabor característico e ausência de fibras. Além disto, a cultivar apresenta moderada resistência à bacteriose, sendo mais indicada para o plantio em solos de média a alta fertilidade (EMBRAPA TECNOLOGIA, 2015)

A mandioca, mesmo sendo uma planta rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade, apresenta respostas significativas ao uso de adubos com aumento no desenvolvimento e na produtividade (THOMAS *et al.*, 2016).

A adubação da mandioca prevê a reposição dos principais nutrientes extraídos pela cultura. Ao ser cultivada em solos com baixa fertilidade, ela apresenta incremento de produtividade quando há o uso de fertilizantes. No entanto, quando cultivada em solos com fertilidade média a alta, geralmente, há pouca ou nenhuma resposta à adubação (THOMAS *et al.*, 2016).

Variação significativa no desenvolvimento e na produtividade da mandioca é demonstrada no manual de manejo da fertilidade da mandioca bases técnicas, quando são utilizadas adubações diversificadas (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020).

É importante destacar que um substancial aumento obtido na produtividade da mandioca, deve-se as melhorias do manejo da cultura e da fertilização buscando o balanço nutricional (UCHÔA *et al.*, 2020).

Assim, a quantidade de fertilizantes aplicada e suas características dependerão das necessidades nutricionais da espécie, da fertilidade do solo, da maneira com que os adubos reagem no solo e sua eficiência. É necessário haver uma compatibilidade entre a necessidade das plantas e os nutrientes oferecidos a ela (THOMAS *et al.*, 2016).

Os métodos de avaliação da eficácia dos programas de adubação envolvem a análise de parâmetros morfológica e de produção das plantas submetidas a diferentes técnicas de fertilização. Moraes *et al.* (2020) preconizam que os parâmetros Biométricos e produtivos da cultura da mandioca são altura, diâmetro do coleto, número de lóbulos, pecíolo da folha, área foliar, peso da raiz total e peso da raiz comercial.

Os produtores de mandioca da região onde realizou-se o experimento, geralmente utilizam a tecnologia de adubação mineral – NPK. No entanto, o nitrogênio deve ser aplicado somente em caso de haver deficiência extrema no desenvolvimento inicial das plantas. Em solos já adubados é necessário cautela, pois o excesso de nitrogênio contribui para o desenvolvimento vigoroso da parte aérea da mandioca, produzindo um detrimento da raiz (SILVA *et al.*, 2017).

Alternativas tecnológicas como o esterco de galinha e fertilizantes de liberação lenta -FLL não disponibilizam seus elementos às plantas no momento da adubação, mas ao longo do ciclo da cultura. Em se tratando do esterco de galinha, os nutrientes são disponibilizados com a decomposição da material orgânico promovida pela biomassa microbiana do solo que promove a mineralização podendo ter um efeito residual ou imediato, segundo Rós *et al.*, (2013).

Os FLL apresentam um custo superior às fontes convencionais de NPK e esterco de galinha. Logo, requer uma adequação das doses nos diferentes sistemas de produção para otimizar o uso do insumo e garantir uma economia no processo produtivo (ROSSA *et al.*, 2015a).

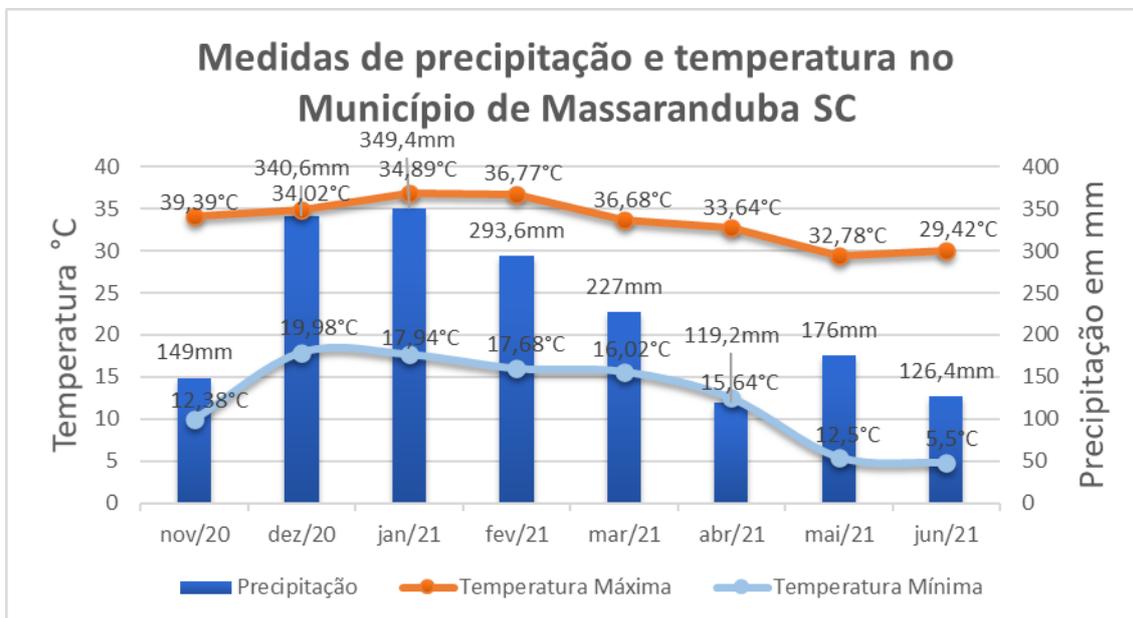
Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da adubação com diferentes tecnologias de fertilização FLL, NPK e de esterco de galinha - no desenvolvimento e produtividade da cultivar BRS 397 em solo de textura argilosa, no norte de Santa Catarina.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado durante o período de novembro de 2020 a junho de 2021, sendo conduzido em uma propriedade rural situada em Araquari, Latitude 26° 22' 13" Sul e longitude 48° 43' 24" Oeste, numa altitude de 15 m.s.n.m.

O clima da região é subtropical úmido com verões quentes sendo classificado como Cfa no sistema de classificação de Köppen (KUNINCHTNER; BURIOL, 2001). No decorrer do experimento a temperatura máxima registrada foi de 36,77°C e a mínima de 4,81°C. Os dados climáticos sob os quais o experimento foi conduzido são representados na figura 4.

Figura 4. Dados climáticos de precipitação e temperaturas no período de desenvolvimento das plantas de mandioca – BRS 397. Araquari/SC 2020/2021.



Fonte: CLIMÁTICA (2021)

Amostras compostas do solo foram coletadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidades e encaminhadas para laboratório de análise, cujo resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 6. Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de mandioca BRS 397. Araquari/SC 2020/2021

Granulometria									
Argila	Areia	Silte	Tipo solo						
----- g kg ⁻¹ -----									
27,1	45,8	26,1	Solo tipo 2						
Características químicas									
pH	SMP	P	M.O.	Al ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ +Al ⁺³	SB

V									
CaCl ₂	mg/dm ³		%	----- cmol _c /dm ³ -----				%	
4,9	5,3	33,5	1,6	0,0	160	4,9	2,2	4,1	9,6
64,19									

Fonte: CORREA (2020)

Os resultados da análise física do solo apontaram: 27,1 % de argila, 26,1% de silte, e 45,8% de areia. De acordo com a Instrução Normativa nº 2 de 9 de outubro de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é caracterizado como solo do tipo 2. O solo de cultivo foi identificado como classe textural franco argilo arenosa (HERNANDEZ, 2011)

A partir dos resultados de acidez do solo analisados, pH SMP e CaCl₂ de 5,3 e 4,9, respectivamente, houve necessidade de calagem. Em solos ácidos, o uso da calagem proporciona melhorias nas condições gerais da cultura (BRANCALIÃO; CAMPOS; BICUDO, 2015).

A implantação do experimento ocorreu no dia 09 de novembro de 2020, com mudas apresentando 5 a 6 folhas e altura, aproximada, de 15 cm. As mudas clonadas foram produzidas pela empresa CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal™, através da técnica de cultura de tecidos por micropropagação.

A área de plantio possui histórico de cultivo de milho, feijão e mandioca. O solo foi preparado com o auxílio de um trator Massey Ferguson 275, de porte médio, utilizando sua enxada rotativa e, posteriormente, foram abertas as covas com enxada manual em fileiras de 110 cm de largura e distanciamento entre as covas de 55 cm, totalizando uma densidade de 16.528 covas/ha.

Durante a condução do experimento foram realizadas quatro operações de controle de plantas invasoras através de capina manual. A primeira capina foi aos 28 dias após o plantio, a segundo aos 60 dias, depois aos 110 e 170 dias, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 5 plantas cada e a

parcela útil foi composta pelas 6 plantas centrais sendo as demais descartadas por serem consideradas plantas de bordaduras (SANTANA, 2018).

Para os tratamentos foram utilizados o fertilizante de liberação lenta da marca comercial Basacote Plus 12M, fertilizante mineral NPK 15 00 15 e esterco de galinha. As características químicas do FLL e do NPK estão apresentadas na Tabela 2. Os tratamentos foram: T1-0 g FLL (testemunha); T2-30 g FLL; T3-60 g FLL; T4-120 g FLL; T5-40 g NPK; T6-500 g esterco de galinha por planta.

Tabela 7. Características químicas dos fertilizantes de liberação lenta e convencional aplicados em cultivo de mandioca BRS 397.

	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Mg (%)	S (%)	Fe(%)	B (%)	Cu(%)	Mn (%)
FLL	15,00	8,00	12,00	1,2	5,00	0,4	0,02	0,05	0,06
	0,015	0,02							
Fertilizante convencional	15,00	0,00	15,00						

Fonte: COMPO EXPERT (2021) e AGROFY (2022)

O Esterco de galinha foi utilizado com o objetivo de valorizar o conhecimento popular dos agricultores da região que há décadas utiliza para repor nutrientes no solo. A quantidade de 500 gramas por cova baseou-se no folder de orientações da Embrapa (EMBRAPA, 2017). As características químicas do esterco de galinha são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 8. Composição química (%) do esterco de galinha

Fertilizante	C	N	P	K	CN
Esterco de galinha	33	3,9	1,1	1,4	8

Fonte: Luz (2022)

Aos 220 dias de experimento foram coletados os dados da H, DC, NL, PF e LF, com o auxílio de régua (cm) e paquímetro (mm). A BFPA, o PTRF e o peso comercial da raiz *in natura*, foram determinados com auxílio de balança de precisão milesimal.

Em seguida, a parte aérea e as raízes, após passarem por um processo de pré-secagem, foram acomodadas em sacos de papel pardo e secadas em estufa a 70 °C, com ventilação forçada até atingirem o peso constante.

Foram analisados os parâmetros biométricos de H, DC, LF, PF e NL. Nos parâmetros produtivos, foram analisados a BFPA, BSPA, AF, BFR, BSR e o PRC.

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e realizado a comparação das médias, aplicando o teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Também foi realizada análise de regressão, considerando a significância dos coeficientes, testada até o nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação utilizado foi o R^2 (ROSSA *et al.*, 2015a).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das médias das variáveis de produção H, DC, LF, PF e NL da mandioca BRS 397 avaliados aos 220 dias do plantio, são apresentados na Tabela 4.

Observou-se que não houve resposta significativa para os parâmetros vegetativos DC, LF, PF e NL avaliados com a aplicação das fertilizações. No parâmetro H, a aplicação do FLL promoveu incremento quando comparado ao tratamento com esterco de galinha. Porém, somente o T3 (60g de FLL) foi superior ao T5 (NPK) – Tabela 9.

Tabela 9. Médias das variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), largura de folhas (LF), pecíolo da folha (PF) e número de lóbulos (NL).

Doses de FLL	H (cm)	DC (mm)	LF (cm)	PF (cm)	NL
0g-1 (T1)	169,12ab	112,22a	23,15 a	20,08 a	6,60 a
30g-1 (T2)	164,69ab	114,01a	23,03 a	19,59 a	7,10 a
60g-1 (T3)	190,12a	122,30a	25,48 a	23,21 a	6,99 a
120g-1(T4)	168,16ab	127,61a	23,70 a	21,20 a	7,03 a
NPK (T5)	186,90ab	127,24a	22.13 a	20.15 a	6.87 a
Esterco de galinha(T6)	154,90b	110,88a	23.63 a	19.30 a	6.35 a
CV (%)	6,86	7,04	11.23	12.30	6.95

As Médias seguidas pela mesma letra na não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Para a variável H, no grupo de plantas fertilizadas com FLL, notou-se diferença entre os tratamentos. O FLL promoveu incremento na altura das plantas demonstrando uma relação quadrática, onde o T3 (60g de FLL) obteve o melhor desempenho atingindo 190,12 cm, seguido das plantas fertilizadas com NPK com 186,90 cm de altura. Entretanto, os T2 (30g de FLL) e T4 (120g de FLL) obtiveram resultados inferiores aos tratamentos sem fertilização e NPK

Resultados semelhantes em relação a fertilização com FLL foram encontrados por *Rossa et al.*, (2015), quando estudaram o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e observaram o aumento da altura das mudas com a aplicação de FLL. Em outro trabalho, observou-se interação significativa no parâmetro altura da planta com a utilização do FLL na produção de mudas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (*ROSSA et al.*, 2014)

Ao avaliar substratos e doses de FLL no crescimento e qualidade de mudas de Paricá (*DE SOUZA SANTIAGO et al.*, 2021) verificou que os dados para a altura da parte aérea apresentaram melhor ajuste para a equação quadrática, resultado este que condiz com os descritos por *Rossa et al.*, (2013) onde a aplicação de FLL levou a ganhos significativos de crescimento das mudas de Paricá se comparado às plantas não fertilizadas.

A adubação nitrogenada pode ter uma relação com o aumento da altura linear, pois em estudo realizado pelos mesmos autores foram obtidos resultados semelhantes

quando a altura de mudas de *Schinus terebinthifolius*, aumentou conforme a elevação dos níveis de fertilizantes com significativa proporção de nitrogênio em sua composição (ROSSA *et al.*, 2015b).

É possível observar que o FLL se destacou em relação ao esterco de galinha. As plantas fertilizadas com 60 g de FLL superaram as que receberam o esterco de galinha em 18,52% e, em comparação com as plantas adubadas com NPK, a superioridade foi de 1,69%.

Houve um incremento na H das plantas com o aumento das doses de FLL entre os T2 e T3. Nota-se que no T2 (30 g FLL) atingiu 164,69 cm, 13,37% (190,12 cm) no tratamento 3 (60 g FLL). Porém, ao ser comparado com o T2 o T4 teve um aumento inferior ao do T3 atingido 2,06% (168,16 cm), conforme os dados da Tabela 9.

Estes resultados estão de acordo com os descritos em outro trabalho ao avaliar substratos e doses de FLL no crescimento e qualidade de Mudas de Paricá (DE SOUZA SANTIAGO *et al.*, 2021).

No parâmetro DC, as plantas que receberam 120 g de FLL e 40 g de NPK obtiveram os melhores resultados, sendo o FLL com 127,61 mm, 13,11% a mais do que as plantas fertilizadas com esterco de galinha e o NPK com 127,24 cm, 12,85% superior ao esterco de galinha.

Resultados parecidos foram encontrados em trabalho que analisou o desenvolvimento do diâmetro do coleto em plantas de mandioca fertilizadas com NPK, quando percebeu-se um incremento ao aplicar doses do fertilizante mineral (MERANGIN *et al.*, 2018).

Em estudo realizado no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico branco Lang *et al.* (2011) encontraram resultados semelhantes nas plantas fertilizadas com FLL e NPK em relação ao parâmetro diâmetro do coleto.

Desempenho positivo do DC, com o aumento das doses de FLL, foi verificado em estudo de substrato e doses de FLL no desenvolvimento de mudas de Paricá, onde o substrato areia promoveu maior eficiência nas doses de FLL em comparação ao NPK (DE SOUZA SANTIAGO *et al.*, 2021). Esses resultados estão de acordo com os

apresentados por *Rossa et al.*, (2013) ao avaliar os parâmetros de crescimento de mudas de Paricá.

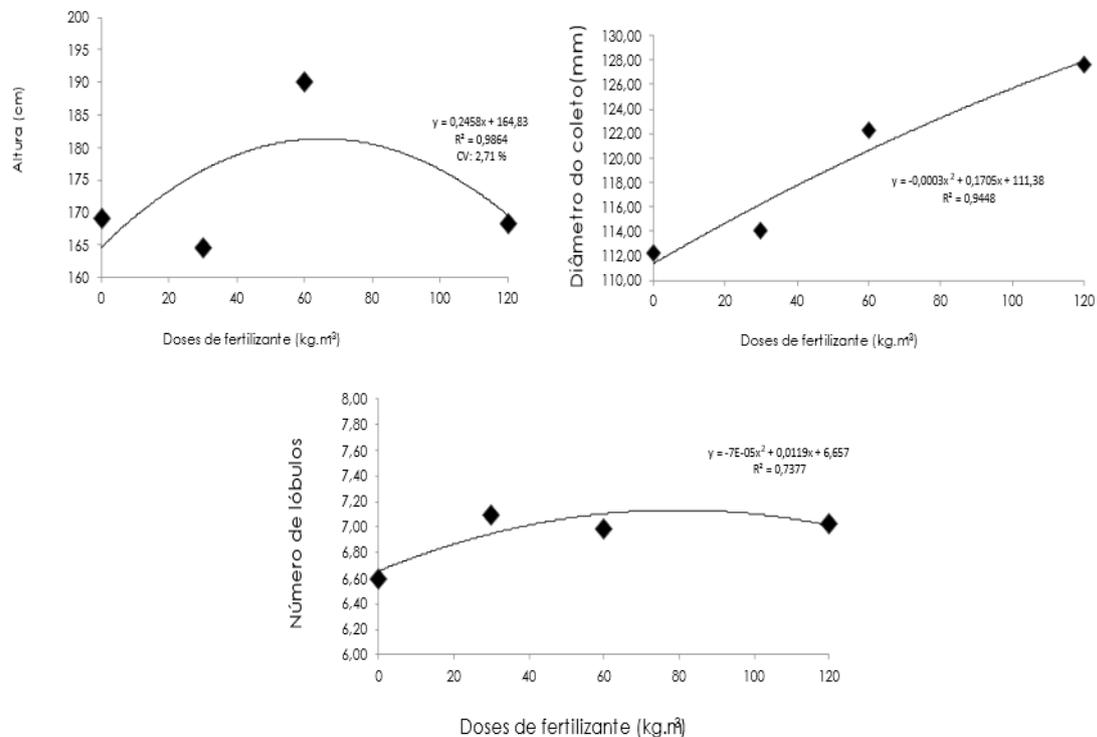
Na variável LF o T3 (60 g FLL) superou o NPK em 13,04% e teve um desempenho 7,26% a mais do que o T6. Já no PF a diferença pró T3 foi de 16,84% em relação ao esterco de galinha e 13,18% comparado ao NPK. Para o parâmetro NL, o FLL promoveu aumento de 9,8% sobre o esterco de galinha. Porém, não houve diferenciação significativa entre as fertilizações com FLL e NPK.

A análise de regressão foi realizada com os dados do FLL comparando os T1, T2, T3 e T4 nos parâmetros H, DC e NL que demonstraram resultado significativo. Não foi realizada a regressão nas variáveis LF e PF, pois as mesmas não apresentaram respostas significativas às diferentes doses de fertilização.

Para o parâmetro DC a equação foi linear, pois, conforme foi aumentada a dose de FLL, maior foi o desempenho. Nas variáveis H e NL houve uma relação quadrática, onde o T3 (60 g FLL) obteve o melhor resultado (Figura 5a, 5b e 5c).

Em trabalho realizado na segunda metade do século XX, ao estudar a Lei de Mitscherlich, criada pelo professor alemão Eilhard Alfred Mitcherlich em 1909, Gomes (1951) percebeu que a análise da variância em certos casos é perturbada pela existência da correlação e que isso ocorre, por exemplo, quando se experimentam doses diferentes de um mesmo adubo (GOMES, 1951).

Figura 5. Dados de regressão da altura total(H), diâmetro do coleto (DC) e pecíolo da folha (NL).



Fonte: O Autor (2022)

As Figuras 5a, 5b e 5c correspondem aos parâmetros que apresentaram resultados significativos com as fertilizações de FLL.

Considerando os resultados obtidos, percebeu-se que as plantas que receberam 60 g de FLL obtiveram melhor desempenho nos parâmetros H, LF e PF. Já as plantas fertilizadas com 120 g de FLL e 40 g de NPK se destacaram no parâmetro DC. Porém, na variável NL o T2 (30 g FLL) obteve o melhor resultado entre as fertilizações. Os dados, representados na Figura 3, demonstram essa situação.

Nos parâmetros produtivos, nota-se a influência do FLL na BFPA na BFR. O T3 (60 g FLL) atingiu 30.067 kg/ha na BFPA e 46.403 kg/ha na BFR. Na variável BFR percebe-se que o T2 (30 g de FLL) obteve um desempenho melhor em relação aos demais tratamentos com a produção de 46.656 kg/há (Tabela 10).

Tabela 10. Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Área foliar (AF), Biomassa fresca raiz (BFR), Biomassa seca raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC)

Parâmetros produtivos						
Fertilizantes	BFPA g	BSPA g	BFR g	BSR g	PRC g	AF cm ²
0g-1 (T1)	1296.77 a	265.50 a	2479.64 a	839.01 a	2107.81 a	240.09 ab
30g-1 (T2)	1485.61 a	397.48 a	2822.86 a	801.55 a	2436.85 a	257.16 ab
60g-1 (T3)	1819.19 a	363.59 a	2807.57 a	975.57 a	2356.73 a	210.22 ab
120g-1(T4)	1524.44 a	289.54 a	2758.86 a	943.07 a	2393.70 a	278.02 a
NPK(T5)	1382.40 a	267.45 a	2707.51 a	882.05 a	2251.53 a	197.70 ab
Esterco						
Galinha(T6)	998.45 a	207.39 a	1937.29 a	611.73 a	1974.16 a	153.80 b
CV (%)	39.95	40.94	38.53	44.22	38.39	17.15

As Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

A variável BFPA apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O T3 (60 g de Basacote) atingiu 30.067 kg/ha, 16,20% a mais do que as plantas do T4 (120 g FLL) com 25.195 kg/ha e 18,33% superior às plantas do T2 (30 g FLL) que alcançaram 24.554 kg/há (Tabela 10).

Ao comparar os efeitos de diferentes doses de FLL no crescimento de mudas de *Gallesia integrifolia*, *Rossa et al.* (2014) encontraram resultados parecidos na produção de biomassa fresca da parte aérea.

Novamente é possível observar que o FLL se destaca, com maior desempenho, em relação ao NPK, esterco de galinha e tratamento sem fertilização na produção da BFPA. As plantas que receberam 60 g de FLL foram superiores às fertilizadas com esterco de galinha em 45,11% Em comparação com as plantas fertilizadas com NPK, a superioridade foi de 24,01% e, em relação às plantas que não receberam nenhum tratamento, a diferença pró FLL foi de 28,71% (Tabela 4).

Ao estudar o FLL no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*), *Dutra et al.* (2017) identificaram que a produção de massa seca

de raiz e total, massa seca da parte aérea e a relação massa seca aérea e massa seca de raiz foram influenciadas significativamente de forma isolada pelas doses do FLL avaliadas.

A importância do acúmulo de biomassa está relacionada à quantidade de carbono presente na planta. Em se tratando em cultivares de espécies que acumulam energia em forma de amido nos tubérculos, ela pode refletir em uma maior produção de biomassa da raiz (MODRZYŃSKI *et al.*, 2015).

O experimento demonstrou que o FLL se destaca em relação ao NPK e esterco de galinha. No entanto, o T3 (60 g FLL) foi o que obteve maior eficiência no desenvolvimento da biomassa da parte aérea. Esse resultado evidencia uma relação quadrática entre os tratamentos.

No parâmetro BRF, nota-se que as plantas fertilizadas com a menor dose de FLL (T2) alcançaram os melhores índices com 2822.86 kg, ou seja, 46.656,23 kg/ha, resultado 31,37% superior ao das plantas fertilizadas com esterco de galinha e 4,08% a mais do que as plantas adubadas com NPK. Essa realidade pode ser explicada em trabalho realizado no século XX, onde verificou-se que é preciso levar em conta a correlação, sem o que a análise da variância pode conduzir a resultados falsos. Apesar de, em geral, se supor que a regressão é linear, em experiências de adubação é frequente o caso da existência de regressão não linear, geralmente do tipo exponencial introduzido por Mitscherlich (GOMES, 1951).

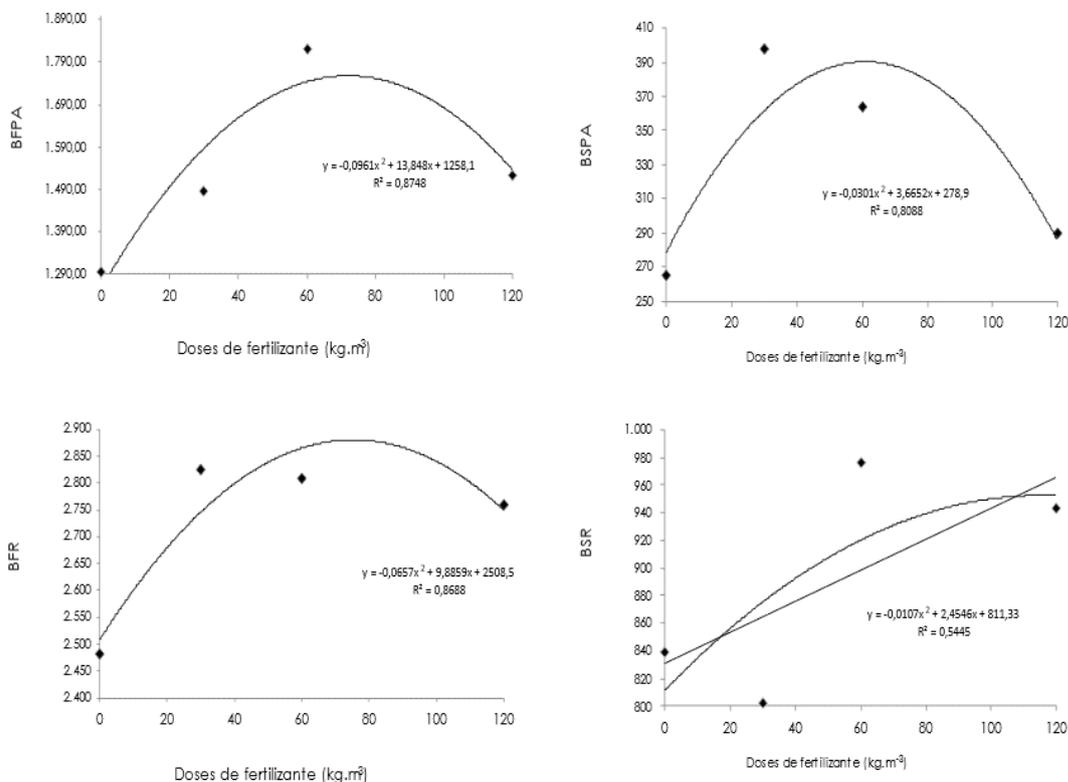
A produtividade alcançada de 46.656,23 kg/há apresenta-se superior em mais de 100% à média da Região Sul do Brasil que é de 21.891,85 kg/ha (EMBRAPA, 2018). Comparando com a média de produtividade de Santa Catarina, a diferença é ainda maior. O Estado catarinense tem uma média de produtividade em torno de 17.000 kg/ha (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020).

As plantas que receberam 30 g de FLL produziram 46.656,23 kg/ha, 2,26% a mais do que as plantas fertilizadas com 120 g de FLL que atingiram a produção de 45.598 kg/ha e 0,54% superior às plantas adubadas com 60 g de FLL alcançaram a produtividade de 46.394 kg/ha. Situação semelhante foi encontrada no parâmetro biomassa seca da raiz (Tabela 4). Em estudo realizado com mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorífera*, Rossa *et al.*, (2011) verificaram influência significativa do FLL em todas as variáveis estudadas.

As plantas fertilizadas com esterco de galinha produziram 32.014 kg/ha, resultado 21,87% inferior ao alcançado pelas plantas sem fertilização que obtiveram a produtividade de 40.972 kg/ha. Em experimento realizado utilizando a fertilização com esterco de galinha a produtividade de raízes de mandioca, em termos de produção de massa/ha, apresentou um acréscimo de 19% em relação a produtividade sem o uso do fertilizante Rós *et al.*,(2013). Esse resultado contradiz com o obtido no experimento.

Considerando os dados obtidos nos parâmetros produtivos, o T2 (30 g de FLL) demonstrou melhor desempenho nas variáveis BFPA, BSPA, BFR e PRC. Na variável BSR, o T3 (60 g de FLL) obteve o maior êxito e no parâmetro AF, o T4 (120 g de FLL) se destacou. Os resultados da análise de regressão feita nos tratamentos com FLL, T1, T2, T3 e T4 são demonstrados na Figura 6.

Figura 6. Dados de regressão da Biomassa fresca parte aérea (BFPA), Biomassa seca parte aérea (BSPA), Biomassa fresca raiz (BFR) e Biomassa seca raiz (BSR).



Fonte: O Autor (2022)

As figuras correspondem aos parâmetros que apresentaram resultados significativos com as fertilizações de FLL.

De modo geral, o FLL promoveu incrementos na biomassa da parte aérea e no peso das raízes. Entretanto, as fertilizações não influenciaram na morfologia das folhas. Pinheiro *et al.*, (2021), ao estudarem as características agrônômicas e produção de outra cultivar de mandioca, a *Manihot esculenta* Crantz cv. BRS-Poti, submetida a tratos culturais, verificaram que a interação de doses de adubação é significativa no desenvolvimento de biomassa da parte aérea e produção de raízes.

4.4 CONCLUSÕES

- A Fertilização com 60 g de FLL Basacote 12M por cova apresentou maior incremento na H, na BFPA e na BSR da cultivar de mandioca BRS 397.

- O esterco de galinha, ao ser comparado com o FLL Basacote 12M e a tecnologia convencional – NPK, não influenciou significativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultivar BRS 397.
- As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na morfologia das folhas, porém incrementaram a altura, produção de biomassa da parte aérea das plantas e biomassa da raiz de mandioca da cultivar BRS 397.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que este trabalho tenha colaborado para: que sejam estabelecidas melhores referências para o desenvolvimento e produtividade de cultivares biofortificadas de mandioca, principalmente as BRS 401 e BRS 397; o uso adequado de tecnologias de fertilização que buscam estabelecer a quantidade necessária de nutrientes para o solo e impedir os impactos causados pelo uso indiscriminado de adubos solúveis e pela destinação incorreta de resíduos orgânicos e minerais; estimular a produção de mandioca em pequenas propriedades rurais para o consumo e mercado locais.

6 REFERÊNCIAS

BRANCALIÃO, S. R.; CAMPOS, M.; BICUDO, S. J. the Growth and Development of the cassava in function of liming and fertilizer with Zinc. **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 175–182, 2015.

CLIMÁTICA, R. Governo do Estado de Santa Catarina Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina DECLARAÇÃO METEOROLÓGICA A pedido da Prefeitura Municipal de Massaranduba , d. n. 048, p. 6–8, 2021.

COMPO EXPERT, BASACOTE® PLUS., 2021. Disponível em: <<https://www.compo-expert.com/products/basacote-high-k-12m-12-5-182/>>. Acesso em: 07 set. 2022.

CORREA, N. B. Laboratório de Análise de Solos Relatório de Análise de Solo Interpretação dos Resultados das Análises para Culturas do Grupo 2 Governo do Estado de Santa Catarina Laboratório de Análise de Solos Relatório de Análise de Solo Interpretação dos Resultados d. n. 47, p. 6–9, 2020.

DE SOUZA SANTIAGO, T.; JOSÉ DAMASCENO, L.; DE CINQUE MARIANO, D.; AUGUSTO EBLING, Â.; FERREIRA DE OLIVEIRA NETO, C.; SHIGUERU OKUMURA, R. Substrates and doses of slow release fertilizers in growth and quality of Paricá Seedlings. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, p. 545–558, 2021.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 491–498, 2017.

FERNANDES; DA COSTA, G. L. Análises de Cenários da Cadeia da Manioca. **Embrapa**,

2017.

FERTEC - FERTILIZANTE DE SOLO MINERAL ACELERE NK 15 00 15-. **Agrofy**, 2022. Disponível em: <<https://www.agrofy.com.br/fertilizante-fertec-acelere-nk-15-00-15-max.html>>. Acesso em 07 set. 2022.

GOMES, F. P. A lei de Mitscherlich e a análise da variância em experiências de adubação. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 8, n. 0, p. 355–368, 1951.

GUIMARÃES, A.; DAS CHAGAS, F.; SILVA MELO, D.; AUGUSTO LOPES, L.; HAWERROTH, J.; ALBERTO KENJI, C.; VAGNER VALENTIM, M.; XAVIER DE SOUZA, F.; ALVES BEZERRAS, M. Orientações para instalação, condução e avaliação de experimentos de campo. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, p. 85, 2017.

HERNANDEZ, G.; CAMEJO, M.; PEREIRA, H. **Manual De Metodos Logico-Cuantitativos**. [s.l: s.n.]. 2011.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, GA. A. The Climate of Rio Grande Do Sul State according to Köppen and Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Exatas**, v. 2, n. 1, p. 171–182, 2001.

LANG, A.; CONTRO, MALAVASI U.; DECKER, V.; VERGILI PÉREZ, P.; ANTÔNIO ALEIXO, M.; DE MATOS MALAVASI, M. Aplicação De Fertilizante De Liberação Lenta No Estabelecimento De Mudas De Ipê-Roxo E Angico-Branco Em Área De Domínio Ciliar. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 271–276, 2011.

LUZ, G. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ESTERCO DE GALINHA POEDEIRA. 2022. Disponível em: <<https://www.materiais.gelsonluz.com/2019/03/composicao-quimica-do-esterco-de.html>>. Acesso em: 11 de set. 2022.

MANDIOCA. Embrapa, 2015. Disponível em: <
<http://amaranto.cpac.embrapa.br/agrobsb/mandioca/Default>>. Acesso em 10 de out.
2022.

MANDIOCA - BRS 397. Embrapa Tecnologias, 2015. Disponível em:
[https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/2825/
mandioca---brs-397](https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/2825/mandioca---brs-397). Acesso em 07 de set. 2022.

MANDIOCA DE MESA BRS 401. **Embrapa Tecnologias**, 2015. Disponível em: <
[https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/6129/
mandioca-de-mesa-brs-401](https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/6129/mandioca-de-mesa-brs-401)>. Acesso em 06 de set. 2022

MANDIOCA EM NÚMEROS. **Embrapa**, 2018. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>.
Acesso em: 11 de set. 2022.

MERANGIN, D. I. D.; METANSAN, F.; NIJMAN, G.; VINCENT NEKARIS, K. **Manejo de adubação na cultura da mandioca**. [s.l: s.n.]. v. 2. 2018.

MODESTO, M. DE SOUZA J.; ALVES, R. N. B. **Cultura da Mandioca**. [s.l: s.n.]. v. 1, 2014.

MODRZYŃSKI, J.; CHMURA, D.J.; TJOELKER, M.G. Seedling growth and biomass allocation in relation to leaf habit and shade tolerance among 10 temperate tree species. **Tree Physiology**, v. 35, n. 8, p. 879–893, 2015.

MORAIS, R.; OLIVEIRA, I.; FONTES, J. R. Características Biométricas e Produtividade de Plantas de Mandioca Cultivar BRS Purus Submetidas a Diferentes Espaçamentos de Plantios em Manaus-Am. **Agrotropica (Itabuna)**, v. 32, n. 3, p. 233–238, 2020.

MUNICIPAL, : IBGE - PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Fisiográfica Em 2020. p. 1–5, 2021.

NUNES, E. C.; MARCHESI, D. R.; BACK, Á. J. Manejo da fertilidade da mandioca: bases técnicas e manual do programa AdubaMANÍ-SC 41. **Boletim Epagri**, v. 189, n. 2674–9513, p. 40, 2020.

PAZ, R. B. DE O.; DA COSTA, C. H. M.; VIEIRA, E. A.; COELHO, M. V.; CRUZ, S. C. DA S.; MACHADO, L. B. Desempenho agrônômico de cultivares de mandioca de mesa em ambiente do cerrado. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 3, p. 37–47, 2020.

PINHEIRO, W. L.; MAIA, G. DA S.; E ALMEIDA, F. DE A.; SILVA, R. R. DE C.; CRUZ, J. D.; DE SOUZA, R. M. Características Agronômicas E Produção Da Mandioca (Manihot Esculenta Crantz Cv. Brs-Poti) Submetida a Tratos Culturais/ Agronomica Characteristics and Production of Cassava (Manihot Esculenta Crantz Brs-Poti) Submitted To Cultural Treatments. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18314–18325, 2021.

PRODUÇÃO DE MANIVAS E RAÍZES DE MANDIOCA. Embrapa, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169192/1/folder-ProducaoRaizesManivasMandioca-Jaeveson.pdf>>. Acesso em: 11 de set. 2022.

RÓS, A. B.; SILVA HIRATA, A. C.; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 43, n. 3, p. 247–254, 2013.

ROSSA, U. B.; ÂNGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; BOGNOLA, I. A.; WESTPHALEN, D. J.; SOARES, P. R. C.; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 227–234,

2013.

ROSSA, Ü. B.; ÂNGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, S.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de araucaria angustifolia e ocotea odorifera. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 491–500, 2011.

ROSSA, Ü. B.; ÂNGELO, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; UTIMA, A. Y.; MILANE, J. E. DE F.; MONZANI, R. M. Fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de Galesia integrifolia (Spreng.) Harms. **Revista Agrocientífica**, v. 1, n. 1, p. 23–32, 2014.

ROSSA, Ü. B.; ÂNGELO, A. C.; BOGNOLA, I. A.; WESTPHALEN, D. J.; MILANE, J. E. DE F. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de Eucalyptus grandis. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 85–96, 2015a.

ROSSA, Ü. B.; ÂNGELO, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; MONTEIRO DE OLIVEIRA, F. E.; FONSECA DA SILVA, F.; CÉLIO DE ARAÚJO, J. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de Anadenanthera peregrina (L.) Speg. (angico-vermelho) E Schinus terebinthifolius Raddi (aroeira-vermelha). **Ciencia Florestal**, v. 25, n. 4, p. 841–852, 2015b.

SANTANA, L. Delineamento em Blocos Casualizados Introdução. Universidade Estadual de Londrina, 2018.

SILVA, A. S. DA.; NETO, J. R.; DUARTE, V. M.; GARBUJO, F. J. Atributos Químicos do Solo e Produtividade de Mandioca em Função da Calagem, Adubação Orgânica e Potássica. **2º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense - SICT-Sul**, p. 86–92, 2013.

SILVA, D. C. O. ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SOUSA, A. A.; BARRETO, G. F.; SILVA, C.

N. DA. Curvas de crescimento de plantas de mandioca submetidas a doses de potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 158–165, 2017.

THOMAS, P. C.; JÚNIOR, J. J. A.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; KUSS, G. M.; SILVA, H. D. DA. Exigências Nutricionais da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)¹. **X Encontro de iniciação científica III Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, p. 1–7, 2016.

UCHÔA, S. C. P.; NASCIMENTO, F. R.; ALVES, J. M. A.; MELO, V. F.; DILVA, D. C. O; SILVA, A. J.; BATISTA, K. D.; MATOS, K. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Adubação fosfatada na produtividade e qualidade de raízes tuberosas de cultivares de mandioca na savana amazônica , **Brasil**. v. 43, n. 4, p. 381–389, 2020.

7 ANEXOS

<https://we.tl/t-wqEtQpQEM6>

<https://we.tl/t-GzPDGWfRhv>

Mudas prontas para o plantio



Fonte: O Autor (2020)

Solo pronto para o plantio



Fonte: O Autor (2020)

Implementação do experimento



Fonte: O Autor (2020)

Estágios de crescimento



Fonte: O Autor (2020)

coleta de dados



Fonte: O Autor (2020)

coleta de dados



Fonte: O Autor (2020)

Retirada da biomassa da parte aérea



Fonte: O Autor (2020)

Biomassa da parte aérea – Pesagem e pré secagem



Fonte: O Autor (2020)

Biomassa da parte aérea – pré secagem



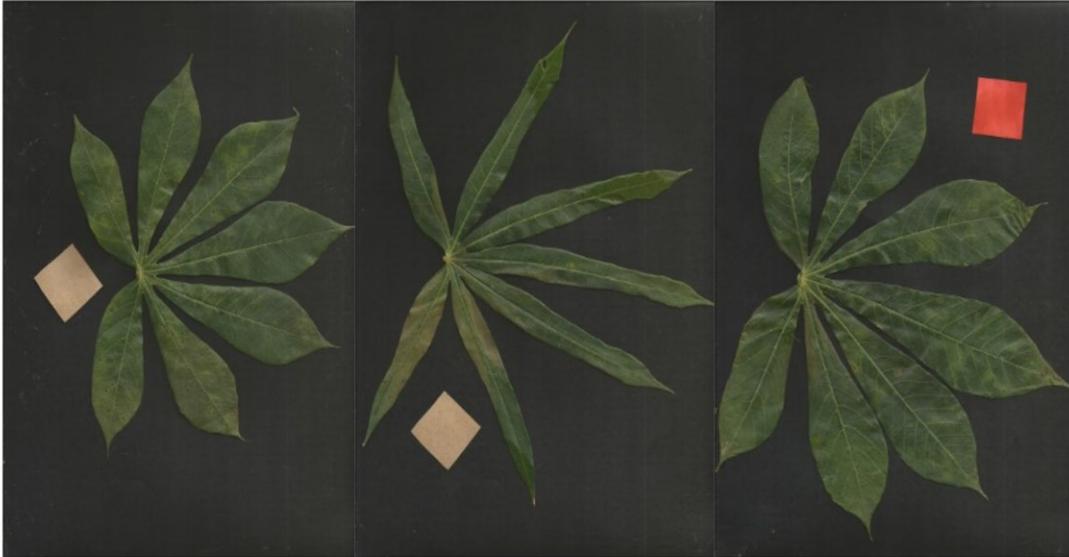
Fonte: O Autor (2020)

Biomassa da parte aérea – Desumidificação e secagem para atingir o peso constante



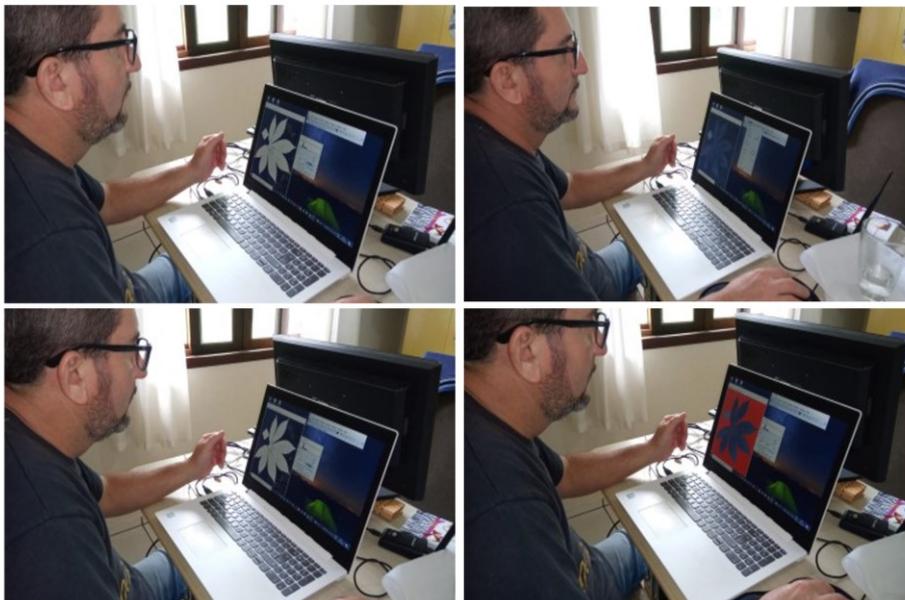
Fonte: O Autor (2020)

Coleta de dados da área foliar



Fonte: O Autor (2020)

Coleta de dados da área foliar



Fonte: O Autor (2020)

Retirada das raízes



Fonte: O Autor (2020)

Pesagem das raízes



Fonte: O Autor (2020)

Raiz comercial BRS 401



Fonte: O Autor (2020)

Raiz comercial BRS 397



Fonte: O Autor (2020)

Biomassa das raízes – pré secagem e secagem até atingir o peso constante



Fonte: O Autor (2020)



INSTITUTO FEDERAL
Catarinense



Mestrado Profissional
**TECNOLOGIA
E AMBIENTE**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE
CULTIVARES DE MANDIOCA
BIOFORTIFICADAS EM DIFERENTES NÍVEIS
DE FERTILIZAÇÃO**

Professor Sociólogo Dirceu Pelegrino
Vieira
Orientador: Prof. Dr. Überson Boaretto
Rossa



CONTEXTUALIZAÇÃO

Mandioca (*Mãihot esculenta* Crantz), oriunda da América do Sul possui grande valor nutricional e diversas formas de consumo. Cozida, ela contém cálcio, magnésio, fósforo, potássio e vitamina C. Além de ser um alimento rico em nutrientes para o ser humano, também é muito utilizada na alimentação animal (MODESTO; ALVES, 2014).

Na atualidade, o maior produtor de mandioca do mundo é a Nigéria, seguido da Tailândia, Congo e Gana. O Brasil ocupa a 5ª colocação com a produção acima de 17,6 milhões de toneladas produzidos em 1,2 milhões de hectares (PAZ *et al.*, 2020).

Cultura rústica e adaptada a variados ambientes edafoclimáticos. Isso, em parte, deve-se à enorme diversidade genética associada à alta capacidade adaptativa desta espécie nativa do Brasil (SILVA *et al.*, 2013).

Em mais de trinta anos de testes e investigações, a Embrapa produziu inúmeras pesquisas buscando encontrar as melhores cultivares e fertilizações para cada solo (MODESTO; ALVES, 2014)

PROBLEMÁTICA



No ano de 2015, a Embrapa Cerrados (Planaltina-DF) lançou as cultivares biofortificadas de mandioca de mesa: BRS 396, 397, BRS 398, BRS 399, BRS 400, BRS 401 (PAZ et al., 2020).

A mandioca, mesmo sendo uma planta rústica e adaptada a solos de baixa fertilidade, apresenta respostas significativas ao uso de adubos com aumento no desenvolvimento e na produtividade (THOMAS *et al.*, 2016).

A produção de mandioca no Brasil tem a Região Norte com 36,1% da safra, Região Nordeste 25,1% e Região Sul 22,1% da produção nacional (FERNANDES et al, 2017).

*Cultivo com baixa produtividade.

*Santa Catarina ocupa a 16ª posição na produção de mandioca no Brasil (MUNICIPAL, 2021)





PROBLEMÁTICA

Cultivada normalmente em sistema convencional



Espécie nativa do Brasil, diversidade genética e alta capacidade adaptativa (SILVA *et al.*, 2013).

Apesar dessas vantagens competitivas, o cultivo comercial não se encontra no mesmo nível tecnológico de outras grandes culturas plantadas no país (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020)

Os sistemas de produção de mandioca de mesa apresentam-se em pequena escala, o que os aproxima da agricultura familiar, com utilização de pouca tecnologia, mão de obra familiar e comercialização concentrada no mercado local (PAZ *et al.*, 2020).

Objetivo geral

Avaliar diferentes tecnologias de fertilização – Fertilizante de Liberação Lenta (FLL), NPK e de esterco de galinha - no desenvolvimento e produtividade das cultivares de mandioca biofortificadas BRS 401 e BRS 397 em solo de textura argilosa, no norte de Santa Catarina.



Objetivos

específicos

- Avaliar o desenvolvimento e a produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 401 com fertilização de NPK, esterco de galinha e diferentes doses de fertilizante de liberação lenta – FLL.
- Contribuir com o referencial de indicadores de desenvolvimento e produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 401.
- Analisar o desenvolvimento e a produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 397 com Adubação convencional, orgânica e diferentes doses de fertilizante de liberação lenta – FLL.
- Auxiliar o referencial de indicadores de desenvolvimento e produtividade da cultivar biofortificada de mandioca BRS 397 .



MATERIAL E MÉTODOS



Novembro de 2020 a Junho de 2021 –
Localização:



Fonte: Google Satélite (2022), adaptado pelo Autor
(2022).⁷

Delineamento experimental

⇒ 1 experimento – 2 cultivares – 1 sistema de cultivo → Horizontal

⇒ 2 cultivares
* BRS 401 →
* BRS 397

⇒ DBC

⇒ Cada experimento:
* 6 tratamentos
* 3 repetições
* 6 plantas UE





Tratamentos

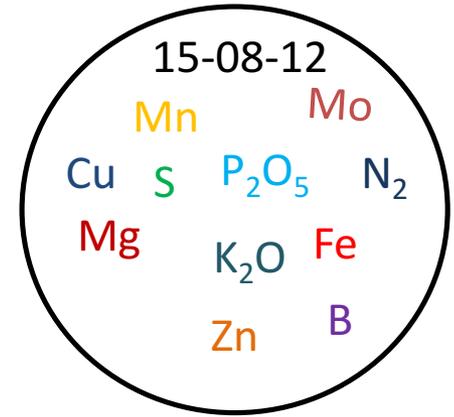
T1 - Testemunha sem fertilização

T2 – 30g/cova de FLL

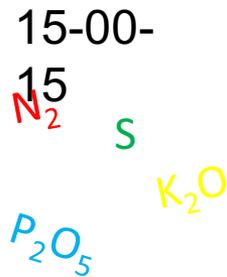
T3 – 60 g/ cova de FLL

T4 – 120 g/cova de FLL

T5 – 40 g/cova de NPK



T6 - 500 g esterco de galinha



C	N	P	K	CN
33	3,9	1,1	1,4	8

Mudas utilizadas

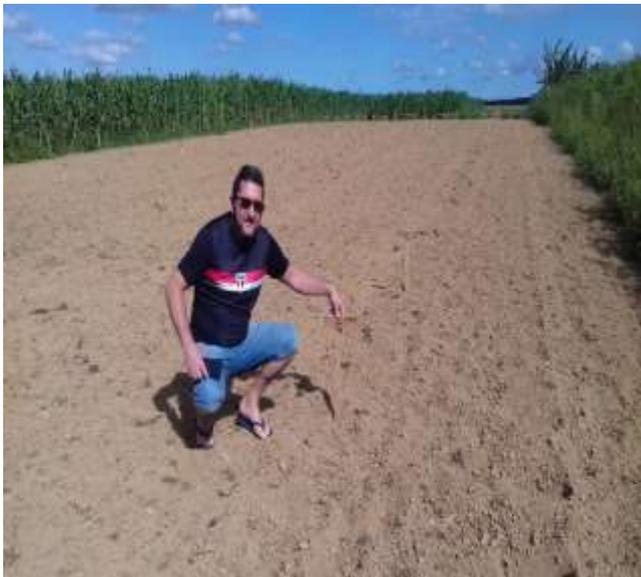
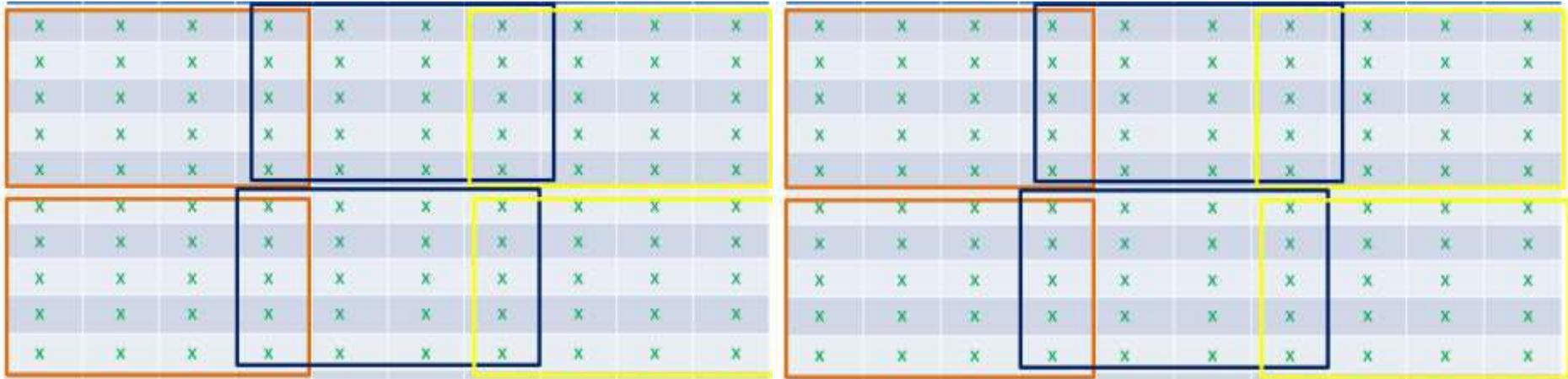
- ⇒ Mudas clonadas iguais, mesmo tamanho médio
- ⇒ CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal™
- ⇒ Cultura de tecidos por micropropagação
- ⇒ 5 – 6 folhas
- ⇒ Altura aprox. 20 cm



Desenho experimental – Cultivo Horizontal



T5R1 T3R3 T1R1 T2R1 T5R3 T6R2 T3R1 T4R1 T1R3 T5R2 T6R1 T2R3 T4R3 T6R3 T3R2 T2R2 T1R2



Coleta de dados

Aos 40 , 90, 140 e 180 dias após o plantio: Altura (H) Diâmetro do coleto Pecíolo da folha (PF) Largura da folha (LF) Número de lóbulos (NB)



Coleta de

Aos 180 dias o plantio: BFPA, BSPA,



Pesagem da BFPA



Desidratação da BFPA



Secagem forçada

180 dias após o plantio: Biomassa fresca da raiz (BFR) Biomassa seca da raiz (BSR) Peso raiz comercial (PRC)



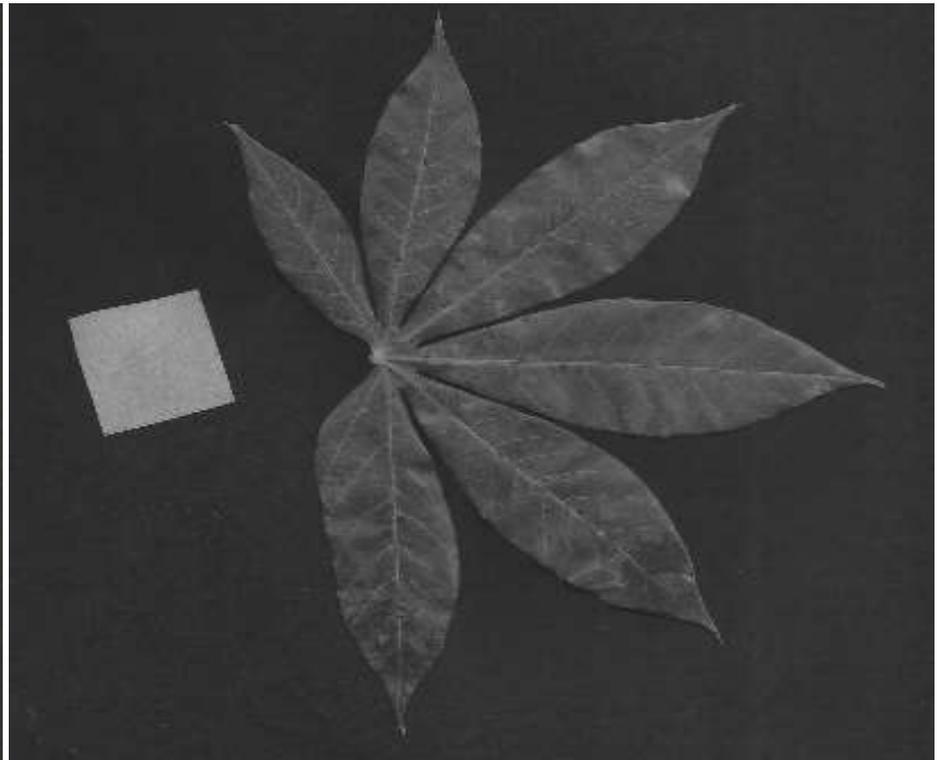
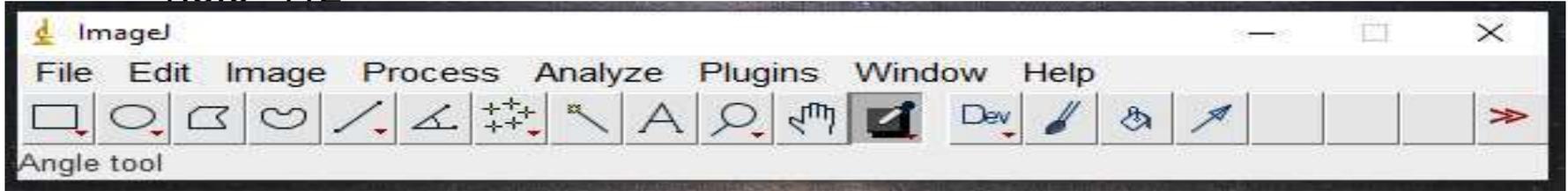
MATERIAL E MÉTODOS



Fonte: O Autor
(2021).

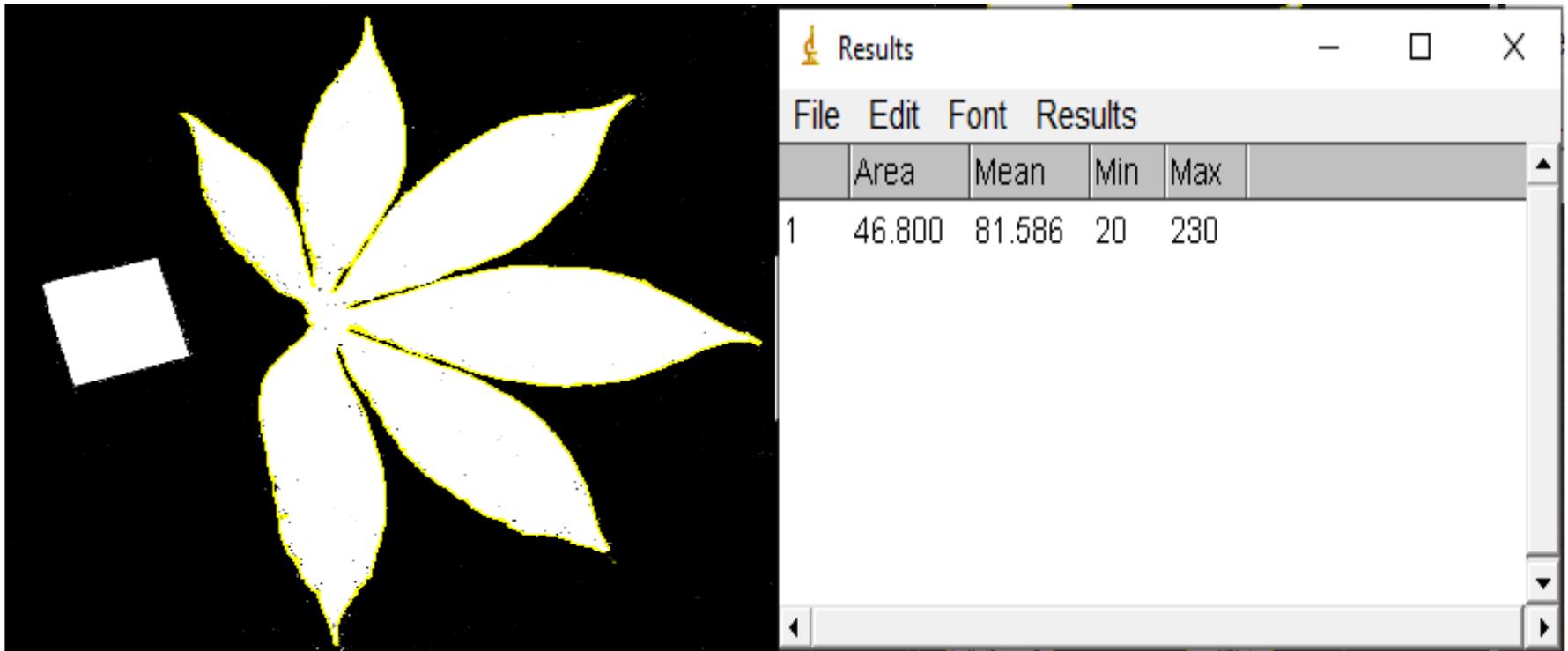
180 dias após o plantio: AF e classificação

Estrutura de coleta da **área foliar** – Programa IMAGE J Versão 1.8.0 112



180 dias após o plantio: AF e classificação

Estrutura de coleta da **área foliar** – Programa IMAGE J Versão 1.8.0_112





Análise dos dados

⇒ Análise de Variância

⇒ Skott-Knott α (5%)
Tukey α (5%)

* Parâmetros de produção

⇒ Análise de regressão – Linear e polinomial:

* Parâmetros biométricos

⇒ Programa: ASSISTAT Versão 7.7

RESULTADOS



Artigos

Capítulo 1

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 401 EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO

Proposta de submissão: RAMA - Revista do Agronegócio e Meio Ambiente -Cesumar

Capítulo 2

ADUBAÇÃO DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 397 COM FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA, CONVENCIONAL E ORGÂNICA

Proposta de submissão: Revista AGRO@MBIENTE (UFRR)

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 401 EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO

- Observou-se que não houve resposta significativa para os parâmetros vegetativos DC, LF, PF e NL avaliados com a aplicação das fertilizações. No parâmetro H, a aplicação do FLL 120g por cova, promoveu incremento quando comparado ao tratamento sem fertilização, NPK e esterco de galinha.

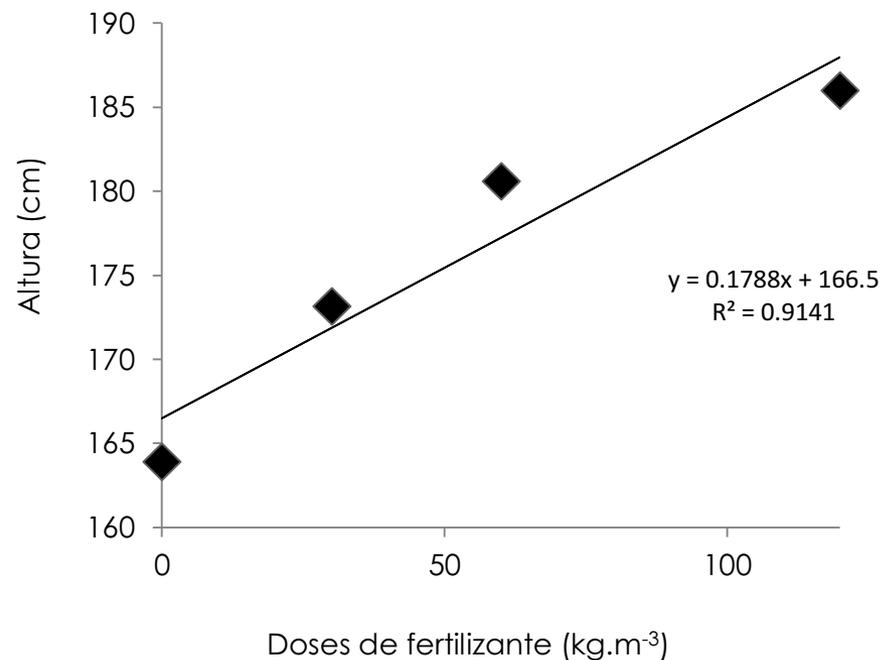
Doses de Fertilizantes	H (cm)	DC (mm)	LF (cm)	PF (cm)	NL
0g-1(T1)	163,87 bc	114,16 a	20,60 a	19,57 a	7,55 a
FLL 30g-1 (T2)	173,14 abc	127,46 a	22,10 a	21,40 a	7,81 a
FLL 60g-1 (T3)	180,57 ab	142,74 a	21,16 a	21,08 a	7,60 a
FLL 120g-1(T4)	185,97 a	126,56 a	22,25 a	22,39 a	7,30 a
NPK(T5)	168.49 abc	131.97 a	19.44 a	18.02 a	7.19 a
Esterco de galinha(T6)	160.09 c	119.61 a	21.05 a	18.77 a	7.36 a
CV (%)	4.17	8.43	7.89	12.04	4.43

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetro

Doses de Fertilizantes

	H (cm)
0g-1(T1)	163,87 bc
FLL 30g-1 (T2)	173,14 abc
FLL 60g-1 (T3)	180,57 ab
FLL 120g-1(T4)	185,97 a
NPK 40 g(T5)	168.49 abc
Esterco de galinha 500g(T6)	160.09 c
CV (%)	4.17



Citações

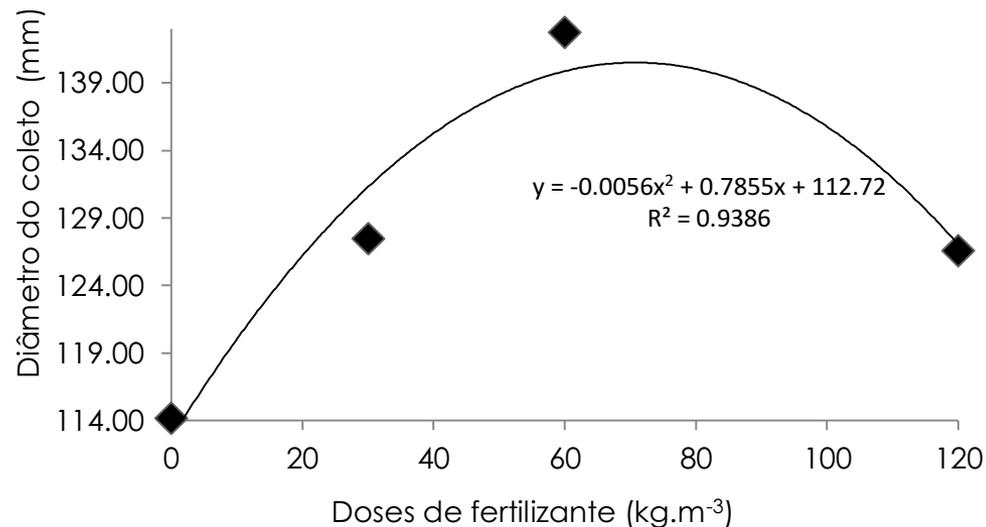
- O FLL e o NPK incrementaram a H quando comparados ao tratamento sem fertilização e esterco de galinha.
- O aumento da altura das mudas de *Eucalyptus grandis* foi observado com a aplicação de FLL (ROSSA *et al.*, 2015)
- Dados para a altura da parte aérea apresentaram melhor ajuste para a equação quadrática ao avaliar substratos e doses de FLL no crescimento e qualidade de mudas de Paricá (DE SOUZA SANTIAGO *et al.*, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Parâmetro

Doses de Fertilizantes	DC (mm)
0g-1(T1)	114,16 a
FLL 30g-1 (T2)	127,46 a
FLL 60g-1 (T3)	142,74 a
FLL 120g-1(T4)	126,56 a
NPK(T5)	131.97 a
Esterco de galinha(T6)	119.61 a
CV (%)	8.43



Citações

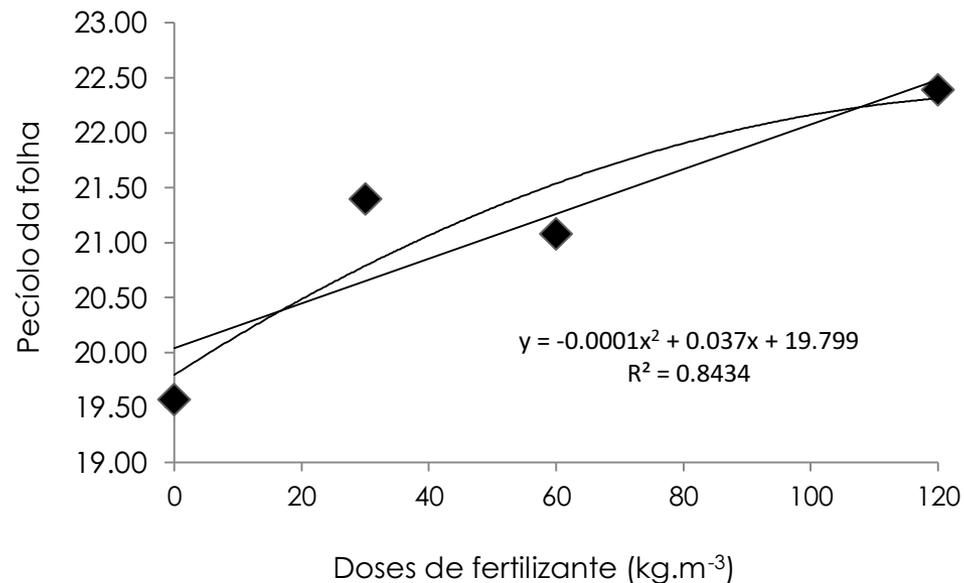
- No parâmetro DC, as plantas que receberam 60 g de FLL e 40 g de NPK obtiveram os melhores resultados
- Em estudo realizado no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico branco uso de FLL não resultou em maiores aumentos no DC do que em mudas com adubação convencional (LANG *et al.*, 2011).
- Melhores médias do DC foram verificadas no tratamento com esterco de aves, porém sem valor significativo (MERANGIN *et al.*, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO



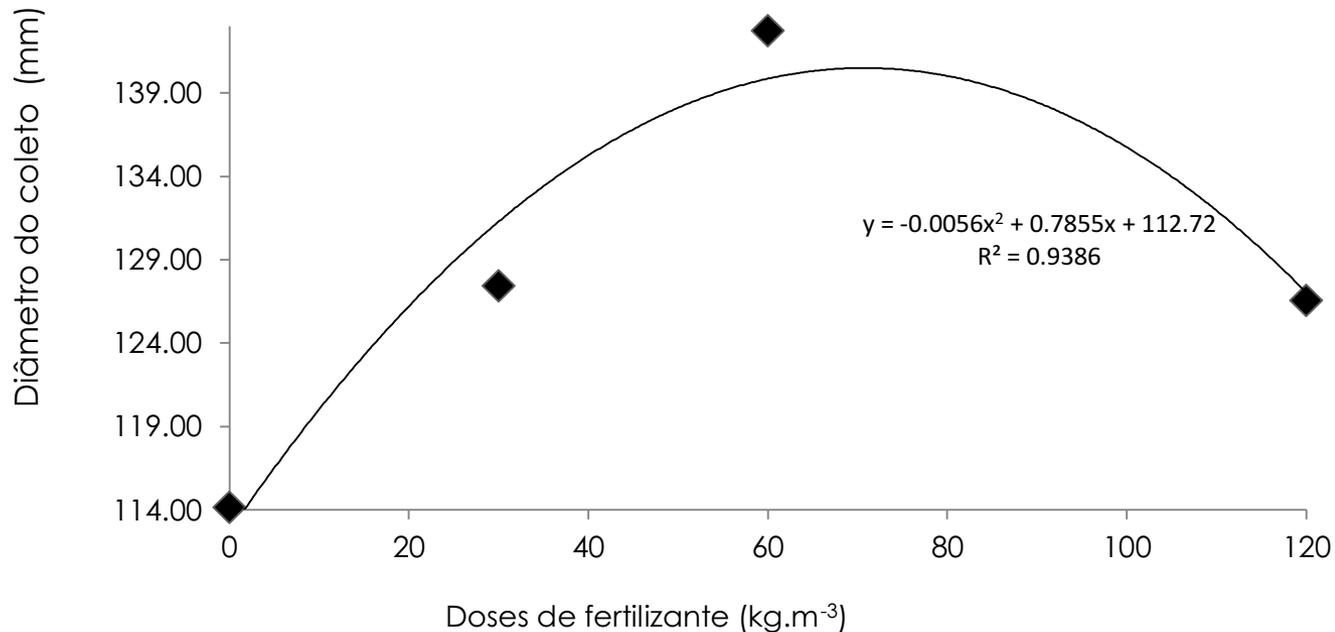
Parâmetro PF

Doses de Fertilizantes	PF (cm)
0g-1(T1)	19,57 a
FLL 30g-1 (T2)	21,40 a
FLL 60g-1 (T3)	21,08 a
FLL 120g-1(T4)	22,39 a
NPK(T5)	18.02 a
Esterco de galinha(T6)	18.77 a
CV (%)	12.04



- Na variável PF, as plantas fertilizadas com doses de FLL obtiveram resultado 16,65% superior às que foram adubadas com NPK e 13,18% às que receberam esterco de galinha. Para os parâmetros LF e NL não houve diferenciação significativa entre as fertilizações com FLL, NPK e esterco de galinha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Citação

- Análise da variância em certos casos é perturbada pela existência da correlação e que isso ocorre, por exemplo, quando se experimentam doses diferentes de um mesmo adubo. é preciso levar em conta a correlação, sem o que a análise da variância pode conduzir a resultados falsos. Apesar de, em geral, se supor que a regressão é linear, em experiências de adubação é frequente o caso da existência de regressão não linear, geralmente do tipo exponencial introduzido por Mitscherlich (GOMES, 1951).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos parâmetros produtivos, nota -se a influência do FLL na biomassa da parte aérea e na raiz. O Tratamento 4 (120 g de FLL) atingiu 3975,52 g na BFPA e 2647,71 g na biomassa fresca das raízes, num total de 43.761 kg/ha

Doses de FLL	BFPA g	BSPA g	BFR g	BSR g	PRC g	AF cm ²
0g-1 (T1)	1379.05 b	260.21 b	2294.17 a	629.89 a	1554.70 a	179.16 a
FLL 30g-1 (T2)	1778.41 b	331.44 ab	2164.50 a	606.66 a	1619.92 a	197.17 a
FLL 60g-1 (T3)	2329.36 b	491.23 ab	2597.48 a	673.76 a	2035.71 a	244.24 a
FLL 120g-1(T4)	3975.52 a	600.75 a	2647.71 a	700.94 a	1859.09 a	234.24 a
NPK(T5)	1407.44 b	278.56 b	2059.63 a	615.65 a	1614.63 a	198.21 a
Esterco Galinha(T6)	1495.05b	298.59ab	1787.16a	532.81a	1262.19 a	203.11a
CV (%)	20.33	28.93	21.89	18.93	21.12	27.55

Parâmetros BFPA e BSPA

Doses de FLL	BFPA g	BSPA g
0g-1 (T1)	1379.05 b	260.21 b
FLL 30g-1 (T2)	1778.41 b	331.44 ab
FLL 60g-1 (T3)	2329.36 b	491.23 ab
FLL 120g-1(T4)	3975.52 a	600.75 a
NPK(T5)	1407.44 b	278.56 b
Esterco Galinha(T6)	1495.05b	298.59ab
CV (%)	20.33	28.93

A variável biomassa fresca da parte aérea apresentou valores diferentes entre os tratamentos, sendo que as plantas fertilizadas com o 120 g de FLL alcançaram o maior desempenho ao atingir 65.698 kg/ha, sendo 41,40% a mais do que plantas que receberam 60 g de FLL com 38.493 kg/ha e 55,26% acima das plantas adubadas com 30 g de FLL que obtiveram 29.386 kg/ha.

Citações

- Resultados parecidos na produção de biomassa fresca da parte aérea, foram encontrados ao comparar os efeitos de diferentes doses de FLL no crescimento de mudas de *Galliesia integrifolia* (ROSSA et al, 2014)
- A importância do acúmulo de biomassa está relacionada à quantidade de carbono presente na planta. Em se tratando em cultivares de espécies que acumulam energia em forma de amido nos tubérculos, ela pode refletir em uma maior produção de biomassa da raiz (MODRZYŃSKI *et al.*, 2015).

Parâmetros BFR e BSR

Doses de FLL	BFR g	BSR g
0g-1 (T1)	2294.17 a	629.89 a
FLL 30g-1 (T2)	2164.50 a	606.66 a
FLL 60g-1 (T3)	2597.48 a	673.76 a
FLL 120g-1(T4)	2647.71 a	700.94 a
NPK(T5)	2059.63 a	615.65 a
Esterco Galinha(T6)	1787.16a	532.81a
CV (%)	21.89	18.93

No parâmetro peso da raiz fresca, nota-se que as plantas fertilizadas com FLL alcançaram os melhores resultados. As que receberam 120 g de FLL atingiram 43.761 kg/ha, ou seja, 32,50% a mais do que as plantas adubadas com esterco de galinha que produziram 29.538 kg/ha e 24,68% superior às que não receberam tratamento com 37.918 kg/ha.

É uma produtividade superior em mais de 100% à média da Região Sul do Brasil que é de 21.891,85 kg/ha (EMBRAPA, 2018)

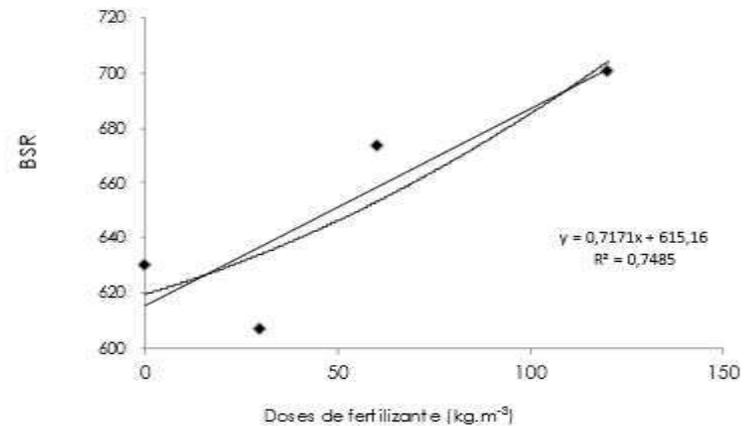
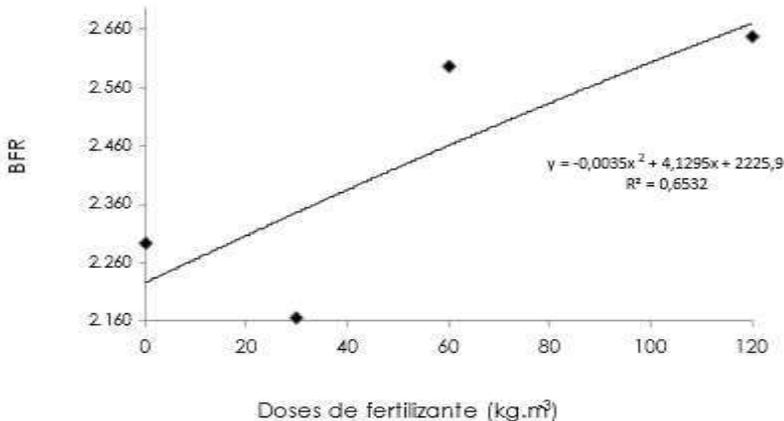
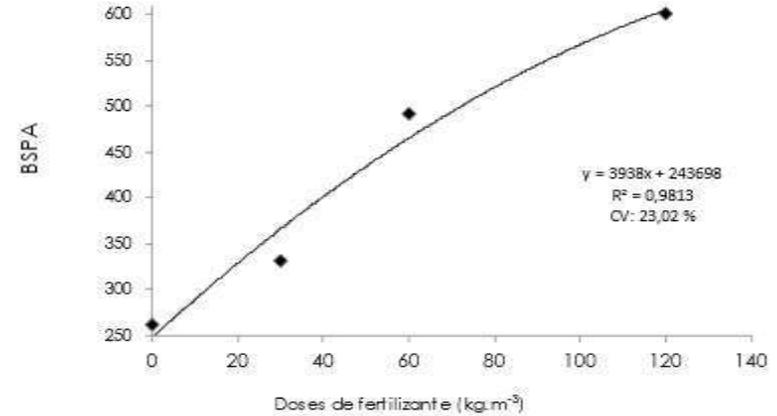
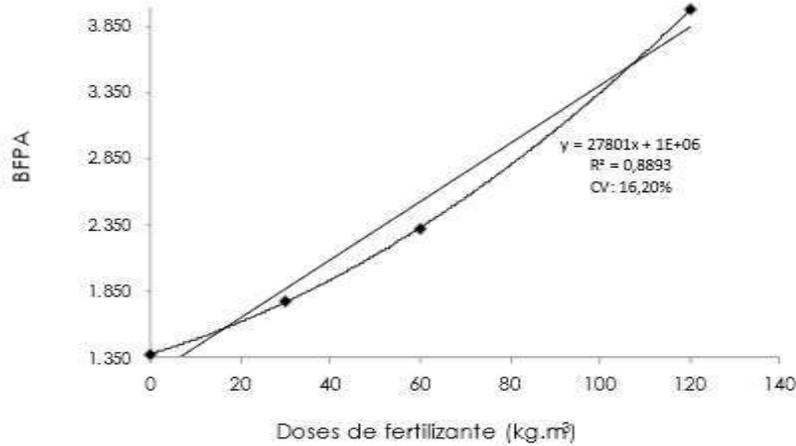
Citação

- Foi identificado que a produção de massa seca de raiz e total, massa seca da parte aérea e a relação massa seca aérea e massa seca de raiz, no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*), foram influenciadas significativamente de forma isolada pelas doses do FLL avaliadas (DUTRA et al., 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Regressão com doses de FLL



Citação

- Em estudo das características agronômicas e produção da cultivar de mandioca, *Manihot esculenta* Crantz cv. BRS-Poti, submetida a tratos culturais, verificou-se que a interação de doses de adubação é significativa no desenvolvimento de biomassa da parte aérea e produção de raízes PINHEIRO et al., (2021).

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 401 EM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO

Conclusão

o FLL promoveu incrementos na biomassa da parte aérea e no peso das raízes. Entretanto, as fertilizações não influenciaram na área foliar das plantas.



- A Fertilização com 120 g de FLL Basacote 12M por cova apresentou maior incremento na altura, na biomassa fresca da parte aérea, na biomassa seca da parte aérea, na biomassa fresca da raiz e na biomassa seca da raiz da cultivar de mandioca BRS 401.
- O esterco de galinha, ao ser comparado com o FLL Basacote 12M e a tecnologia convencional – NPK, não influenciou significativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultivar BRS 401.
- As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na área foliar das folhas, porém incrementaram a altura, produção de biomassa da parte aérea das plantas e biomassa da raiz de mandioca da cultivar BRS 401.

ADUBAÇÃO DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 397 COM FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA, CONVENCIONAL E ORGÂNICA

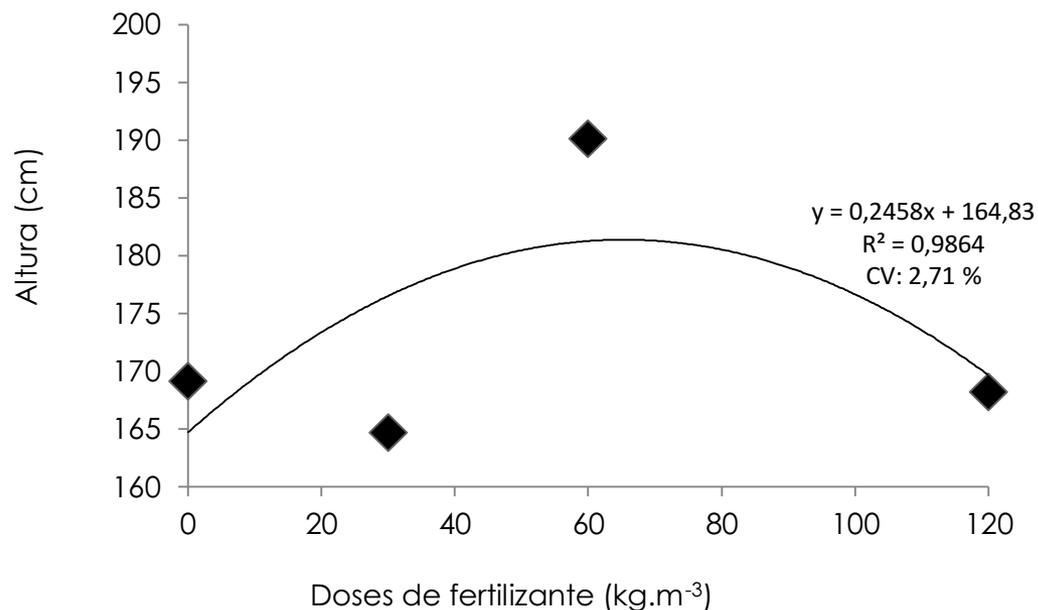
Observou-se que não houve resposta significativa para os parâmetros vegetativos DC, LF, PF e NL avaliados com a aplicação das fertilizações. No parâmetro H, a aplicação do FLL promoveu incremento quando comparado ao tratamento com esterco de galinha. Porém, somente o T3 (60g de FLL) foi superior ao T5 (NPK)

Doses de FLL	H (cm)	DC (mm)	LF (cm)	PF (cm)	NL
0g-1 (T1)	169,12ab	112,22a	23,15 a	20,08 a	6,60 a
30g-1 (T2)	164,69ab	114,01a	23,03 a	19,59 a	7,10 a
60g-1 (T3)	190,12a	122,30a	25,48 a	23,21 a	6,99 a
120g-1(T4)	168,16ab	127,61a	23,70 a	21,20 a	7,03 a
NPK (T5)	186,90ab	127,24a	22.13 a	20.15 a	6.87 a
Esterco de galinha(T6)	154,90b	110,88a	23.63 a	19.30 a	6.35 a
CV (%)	6,86	7,04	11.23	12.30	6.95



Parâmetro H

Doses de FLL	H (cm)
0g-1 (T1)	169,12ab
30g-1 (T2)	164,69ab
60g-1 (T3)	190,12a
120g-1(T4)	168,16ab
NPK (T5)	186,90ab
Esterco de galinha(T6)	154,90b
CV (%)	6,86



O FLL promoveu incremento na altura das plantas demonstrando uma relação quadrática

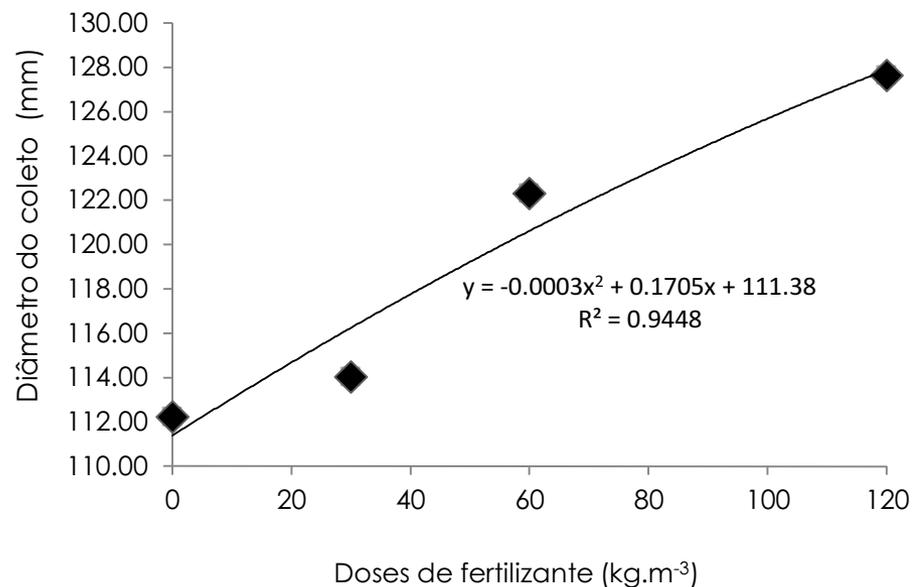
Citações

- O aumento da altura das mudas com a aplicação de FLL foi observado no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* (ROSSA et al, 2015).
- Dados para a altura da parte aérea apresentaram melhor ajuste para a equação quadrática ao avaliar substratos e doses de FLL no crescimento e qualidade de mudas de Paricá (DE SOUZA SANTIAGO *et al.*, 2021)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetro DC

Doses de FLL	DC (mm)
0g-1 (T1)	112,22a
30g-1 (T2)	114,01a
60g-1 (T3)	122,30a
120g-1(T4)	127,61a
NPK (T5)	127,24a
Esterco de galinha(T6)	110,88a
CV (%)	7,04



As plantas que receberam 120 g de FLL e 40 g de NPK obtiveram os melhores resultados.

Citações

- Ao o desenvolvimento do diâmetro do coleto em plantas de mandioca fertilizadas com NPK percebeu-se um incremento com a aplicação das doses do fertilizante mineral (MERANGIN *et al.*, 2018).
- No estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico branco observou-se um aumento no DC das plantas fertilizadas com FLL e NPK (LANG *et al.*, 2011)



Parâmetros H, DC e NL

Doses de FLL	H (cm)	DC (mm)	NL
0g-1 (T1)	169,12ab	112,22a	6,60 a
30g-1 (T2)	164,69ab	114,01a	7,10 a
60g-1 (T3)	190,12a	122,30a	6,99 a
120g-1(T4)	168,16ab	127,61a	7,03 a
NPK (T5)	186,90ab	127,24a	6.87 a
Esterco de galinha(T6)	154,90b	110,88a	6.35 a
CV (%)	6,86	7,04	6.95

Para o parâmetro DC a equação foi linear, pois, conforme foi aumentada a dose de FLL, maior foi o desempenho. Nas variáveis H NL houve uma relação quadrática, onde o T3 (60 g FLL) obteve o melhor resultado

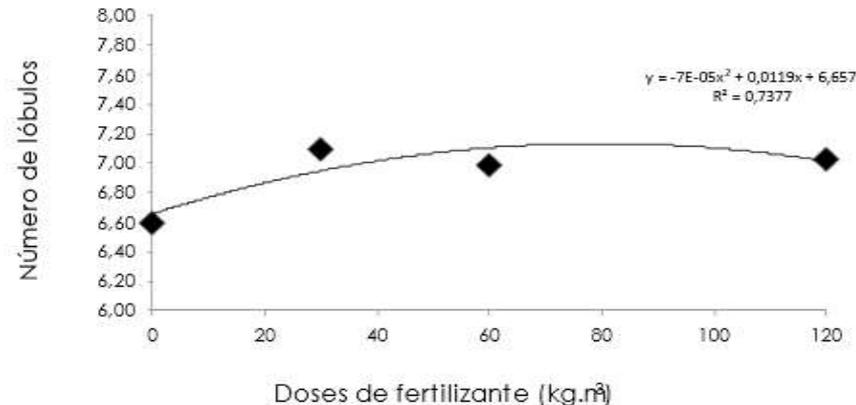
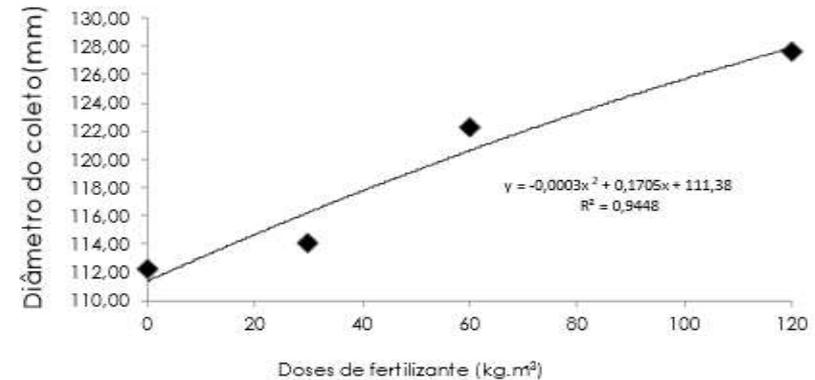
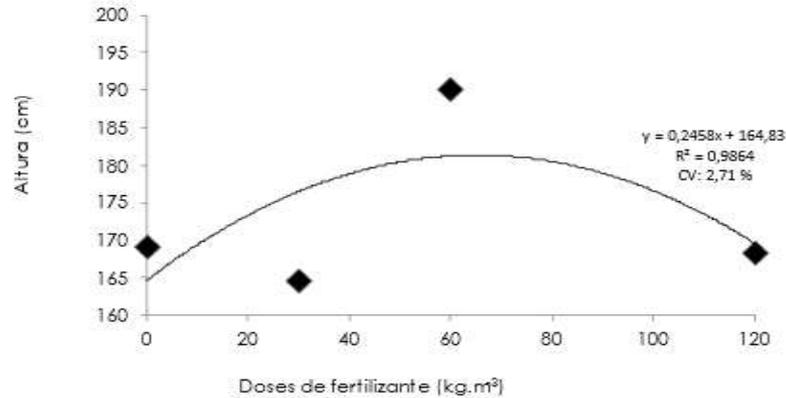
Citação

- A análise da variância em certos casos é perturbada pela existência da correlação e que isso ocorre, por exemplo, quando se experimentam doses diferentes de um mesmo adubo (GOMES, 1951).

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Análise de regressão



- A análise de regressão foi realizada com os dados do FLL comparando os T1, T2, T3 e T4 nos parâmetros H, DC e NL que demonstraram resultado significativo. Não foi realizada a regressão nas variáveis LF e PF, pois as mesmas não apresentaram respostas significativas às diferentes doses de fertilização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos parâmetros produtivos, nota-se a influência do FLL na BFPA na BFR. O T3 (60 g FLL) atingiu 30.067 kg/ha na BFPA e 46.403 kg/ha na BFR. Na variável BFR percebe-se que o T2 (30 g de FLL) obteve um desempenho melhor em relação aos demais tratamentos com a produção de 46.656 kg/há

Fertilizantes	BFPA g	BSPA g	BFR g	BSR g	PRC g	AF cm ²
0g-1 (T1)	1296.77 a	265.50 a	2479.64 a	839.01 a	2107.81 a	240.09 ab
30g-1 (T2)	1485.61 a	397.48 a	2822.86 a	801.55 a	2436.85 a	257.16 ab
60g-1 (T3)	1819.19 a	363.59 a	2807.57 a	975.57 a	2356.73 a	210.22 ab
120g-1(T4)	1524.44 a	289.54 a	2758.86 a	943.07 a	2393.70 a	278.02 a
NPK(T5)	1382.40 a	267.45 a	2707.51 a	882.05 a	2251.53 a	197.70 ab
Esterco Galinha(T6)	998.45 a	207.39 a	1937.29 a	611.73 a	1974.16 a	153.80 b
CV (%)	39.95	40.94	38.53	44.22	38.39	17.15

Parâmetros BFPA e BSPA

Fertilizantes	BFPA g	BSPA g
0g-1 (T1)	1296.77 a	265.50 a
30g-1 (T2)	1485.61 a	397.48 a
60g-1 (T3)	1819.19 a	363.59 a
120g-1(T4)	1524.44 a	289.54 a
NPK(T5)	1382.40 a	267.45 a
Esterco Galinha(T6)	998.45 a	207.39 a
CV (%)	39.95	40.94

A variável BFPA apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O T3 atingiu 30.067 kg/ha, 16,20% a mais do que as plantas do T4 com 25.195 kg/ha e 18,33% superior às plantas do T2 que alcançaram 24.554 kg/ha



Citações

- Foram resultados parecidos na produção de biomassa fresca da parte aérea ao comparar os efeitos de diferentes doses de FLL no crescimento de mudas de *Galesia integrifolia* (ROSSA et al., 2014).
- A produção de massa seca de raiz e total, massa seca da parte aérea e a relação massa seca aérea e massa seca de raiz foram influenciadas significativamente de forma isolada pelas doses do FLL avaliadas no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*) (DUTRA et al., 2017).

Parâmetros BFR e BSR

Fertilizantes	BFR g	BSR g
0g-1 (T1)	2479.64 a	839.01 a
30g-1 (T2)	2822.86 a	801.55 a
60g-1 (T3)	2807.57 a	975.57 a
120g-1(T4)	2758.86 a	943.07 a
NPK(T5)	2707.51 a	882.05 a
Esterco Galinha(T6)	1937.29 a	611.73 a
CV (%)	38.53	44.22

Nota-se que as plantas fertilizadas com a menor dose de FLL alcançaram os melhores índices com 2822.86 kg, ou seja, 46.656,23 kg/ha, resultado 31,37% superior ao das plantas fertilizadas com esterco de galinha e 4,08% a mais do que as plantas adubadas com NPK.

Citações

- Apesar de, em geral, se supor que a regressão é linear, em experiências de adubação é frequente o caso da existência de regressão não linear, geralmente do tipo exponencial introduzido por Mitscherlich (GOMES, 1951).
- A importância do acúmulo de biomassa está relacionada à quantidade de carbono presente na planta. Em se tratando em cultivares de espécies que acumulam energia em forma de amido nos tubérculos, ela pode refletir em uma maior produção de biomassa da raiz (MODRZYŃSKI *et al.*, 2015).



Parâmetros BFR e BSR - Produtividade

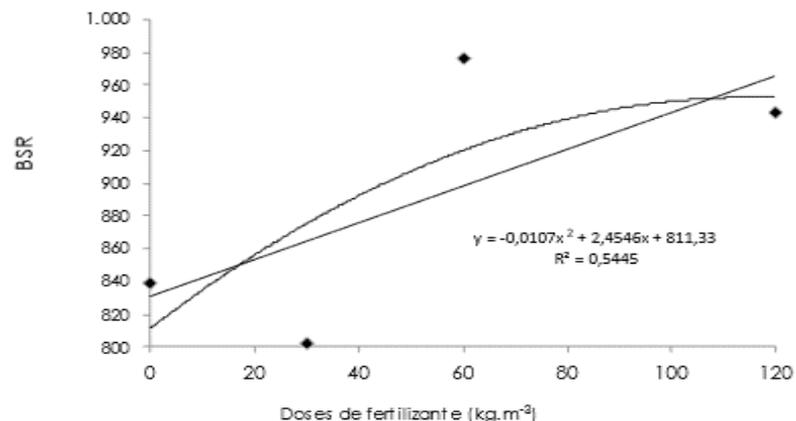
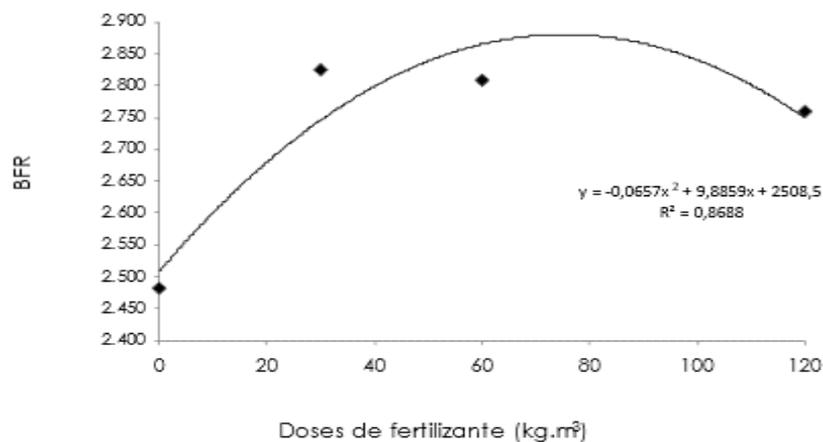
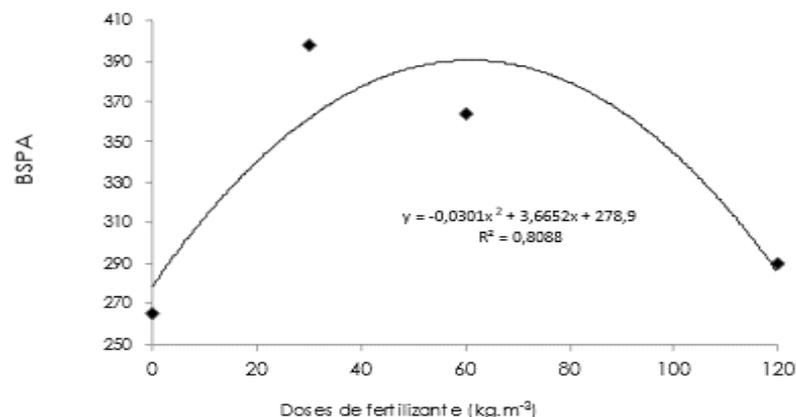
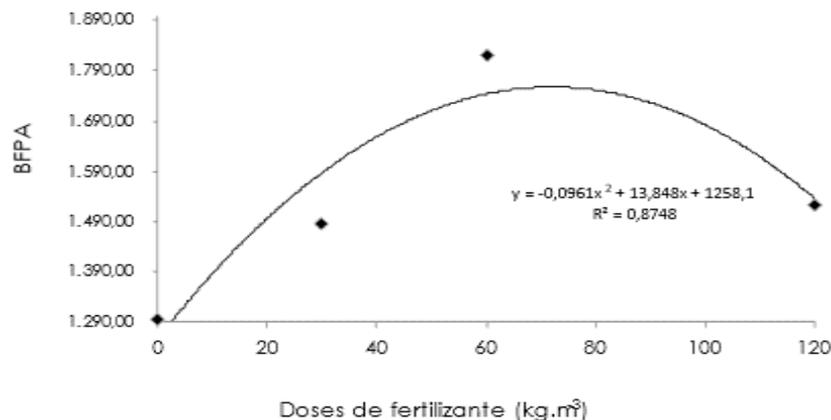


A produtividade alcançada de 46.656,23 kg/há apresenta-se superior em mais de 100% à média da Região Sul do Brasil que é de 21.891,85 kg/ha (EMBRAPA, 2018). Comparando com a média de produtividade de Santa Catarina, a diferença é ainda maior. O Estado catarinense tem uma média de produtividade em torno de 17.000 kg/ha (NUNES; MARCHESI; BACK, 2020)

RESULTADOS E DISCUSSÃO



Regressão com doses de FLL



Considerando os dados obtidos nos parâmetros produtivos, o T2 demonstrou melhor desempenho nas variáveis BFP, BSP, BFR e PRC. Na variável BSR, o T3 obteve o maior êxito e no parâmetro AF, o T4 se destacou

ADUBAÇÃO DA CULTIVAR BIOFORTIFICADA DE MANDIOCA BRS 397 COM FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA, CONVENCIONAL E ORGÂNICA

Conclusão

De modo geral, o FLL promoveu incrementos na biomassa da parte aérea e no peso das raízes



- A Fertilização com 60 g de FLL Basacote 12M por cova apresentou maior incremento na H, na BFPA e na BSR da cultivar de mandioca BRS 397.
- O esterco de galinha, ao ser comparado com o FLL Basacote 12M e a tecnologia convencional – NPK, não influenciou significativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultivar BRS 397.
- As tecnologias de fertilização não influenciaram significativamente na área foliar das folhas, porém incrementaram a altura, produção de biomassa da parte aérea das plantas e biomassa da raiz de mandioca da cultivar BRS 397.

Considerações finais

Contribuir para que sejam estabelecidas melhores referências para o desenvolvimento e produtividade de cultivares biofortificadas de mandioca, principalmente as BRS 401 e BRS 397;

Estimular o uso adequado de tecnologias de fertilização que buscam estabelecer a quantidade necessária de nutrientes para o solo e impedir os impactos causados pelo uso indiscriminado de adubos solúveis e pela destinação incorreta de resíduos orgânicos e minerais;

Incentivar a produção de mandioca em pequenas propriedades rurais para o consumo e mercado locais

Perspectivas de publicações

CALIBRAÇÃO DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE ÁREA FOLIAR PARA ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE *Manihot esculenta* Crantz.

POTENCIAL COMERCIAL E ECONÔMICO DAS CULTIVARES DE MANDIOCA BRS 401 E BRS 397 INATURA

Referências

- DE SOUZA SANTIAGO, T.; JOSÉ DAMASCENO, L.; DE CINQUE MARIANO, D.; AUGUSTO EBLING, Â.; FERREIRA DE OLIVEIRA NETO, C.; SHIGUERU OKUMURA, R. Substrates and doses of slow release fertilizers in growth and quality of Paricá Seedlings. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, p. 545–558, 2021.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 491–498, 2017.
- GOMES, F. P. A lei de Mitscherlich e a análise da variância em experiências de adubação. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 8, n. 0, p. 355–368, 1951.
- FERNANDES; DA COSTA, G. L. Análises de Cenários da Cadeia da Manioca. **Embrapa**, 2017.
- LANG, A.; CONTRO, MALAVASI U.; DECKER, V.; VERGILI PÉREZ, P.; ANTÔNIO ALEIXO, M.; DE MATOS MALAVASI, M. Aplicação De Fertilizante De Liberação Lenta No Estabelecimento De Mudas De Ipê-Roxo E Angico-Branco Em Área De Domínio Ciliar. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 271–276, 2011. MANDIOCA EM NÚMEROS. **Embrapa**, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>. Acesso em: 11 de set. 2022.
- MERANGIN, D. I. D.; METANSAN, F.; NIJMAN, G.; VINCENT NEKARIS, K. **Manejo de adubação na cultura da mandioca**. [s.l: s.n.]. v. 2. 2018. MODESTO, M. DE SOUZA J.; ALVES, R. N. B. **Cultura da Mandioca**. [s.l: s.n.]. v. 1, 2014.
- MODRZYŃSKI, J.; CHMURA, D.J.; TJOELKER, M.G. Seedling growth and biomass allocation in relation to leaf habit and shade tolerance among 10 temperate tree species. **Tree Physiology**, v. 35, n. 8, p. 879–893, 2015.

Referências

MUNICIPAL: IBGE - PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Fisiográfica Em 2020. p. 1–5, 2021.

PAZ, R. B. DE O.; DA COSTA, C. H. M.; VIEIRA, E. A.; COELHO, M. V.; CRUZ, S. C. DA S.; MACHADO, L. B. Desempenho agrônômico de cultivares de mandioca de mesa em ambiente do cerrado. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 3, p. 37–47, 2020.

NUNES, E. C.; MARCHESI, D. R.; BACK, Á. J. Manejo da fertilidade da mandioca: bases técnicas e manual do programa AdubaMANÍ-SC 41. **Boletim Epagri**, v. 189, n. 2674–9513, p. 40, 2020.

PINHEIRO, W. L.; MAIA, G. DA S.; E ALMEIDA, F. DE A.; SILVA, R. R. DE C.; CRUZ, J. D.; DE SOUZA, R. M. Características Agronômicas E Produção Da Mandioca (Manihot Esculenta Crantz Cv. Brs-Poti) Submetida a Tratos Culturais/ Agronomica Characteristics and Production of Cassava (Manihot Esculenta Crantz Brs-Poti) Submitted To Cultural Treatments. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18314–18325, 2021.

ROSSA, Ü. B.; ÂNGELO, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; UTIMA, A. Y.; MILANE, J. E. DE F.; MONZANI, R. M. Fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista Agrocientífica**, v. 1, n. 1, p. 23–32, 2014.

ROSSA, Ü. B.; ÂNGELO, A. C.; BOGNOLA, I. A.; WESTPHALEN, D. J.; MILANE, J. E. DE F. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 85–96, 2015.

SILVA, A. S. DA.; NETO, J. R.; DUARTE, V. M.; GARBUIO, F. J. Atributos Químicos do Solo e Produtividade de Mandioca em Função da Calagem, Adubação Orgânica e Potássica. **2º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense - SICT-Sul**, p. 86–92, 2013.



INSTITUTO FEDERAL
Catarinense



Mestrado Profissional
**TECNOLOGIA
E AMBIENTE**



OBRIGADO

Professor Sociólogo
Dirceu Pelegrino Vieira