



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

Dissertação

Tecnologias de fertilização na produção de cultivares biofortificadas de batata-doce em sistemas de cultivo vertical e horizontal

Lilian Fernanda Sfendrych Gonçalves

Araquari, 2022

Lilian Fernanda Sfindrych Gonçalves

Tecnologias de fertilização na produção de cultivares biofortificadas de batata-doce em sistemas de cultivo vertical e horizontal

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: Prof. Dr. Überson Boaretto Rossa
Coorientador: Prof. M.Sc. Erik Nunes Gomes

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.

G635t Gonçalves, Lilian Fernanda Sfindrych
Tecnologias de fertilização na produção de
cultivares biofortificadas de batata-doce em
sistemas de cultivo vertical e horizontal / Lilian
Fernanda Sfindrych Gonçalves; orientador Überson
Boaretto Rossa; coorientador Erik Nunes Gomes. --
Araquari, 2022.
119 p.

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

Inclui referências.

1. Batata-doce. 2. fertilizante de liberação
controlada. 3. nutrição vegetal. 4. adubação. 5.
biofortificada. I. Rossa, Überson Boaretto, II.
Gomes, Erik Nunes. III. Instituto Federal
Catarinense. . IV. Título.

Lilian Fernanda Sfendrych Gonçalves

Tecnologias de fertilização na produção de cultivares biofortificadas de batata-doce em sistemas de cultivo vertical e horizontal

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 22/06/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Überson Boaretto Rossa (Orientador)

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

Prof. Dr. Daniel da Rosa Farias

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas - UFPEL
Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – IFC, Campus Araquari

Prof. Dr. Frederico Fonseca da Silva

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá - UEM
Instituição de vínculo: Instituto Federal do Paraná – IFPR, Campus Curitiba

Prof. Dr. João Célio de Araújo

Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo - USP
Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense - IFC, Campus Rio do Sul



Emitido em 22/06/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 14/2022 - CCPGTA (11.01.02.31)
(Nº do Documento: 12)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 23/08/2022 18:38)

UBERSON ROSSA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CGES/ARA (11.01.02.39)

Matricula: 4204259

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número:
12, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **23/08**
/2022 e o código de verificação: **724022ef8f**

Aos meus filhos Luísa e Felipe

"Façamos nosso futuro hoje e, de nossos sonhos, a realidade de amanhã".

(Malala Yousafzai)

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a DEUS, pela presença constante em minha vida. Por ter me abençoado com esta oportunidade e por permitir que eu vivesse esse tempo de desafios, porque eu cresci com eles, sabendo que nunca me abandonou e que jamais me desampará.

A minha família, em especial ao meu marido Tiago, aos meus filhos Luísa e Felipe pela compreensão nos momentos de ausência, pelo incentivo e por todo o apoio durante a realização do experimento e estudos.

Ao Instituto Federal Catarinense, campus Araquari e campus Concórdia por todo o apoio.

A equipe do PPGTA, pela oportunidade e contribuição à formação científica e pessoal.

Ao meu orientador Professor Doutor Überson Boaretto Rossa, pelo apoio, pela confiança, disposição em ensinar, não medindo esforços durante o processo de ensino aprendizagem, sempre à disposição para ajudar no desenvolvimento da pesquisa, compartilhando conhecimento.

Ao meu coorientador, doutorando da Universidade de Nova Jersey, professor Erick Nunes Gomes, que mesmo a distância, auxiliou nas análises estatísticas e desenvolvimento da dissertação.

Ao meu coorientador Professor Doutor Daniel de Farias Rosa pelo incentivo e pelo apoio durante a condução da pesquisa.

A Prefeitura de Massaranduba pelo apoio para a realização do experimento e coleta de dados a campo.

A família de agricultores que cedeu a área da propriedade para a implantação do experimento, acompanhando todo o processo a campo.

A todas as pessoas que de alguma maneira participaram, contribuíram e estiveram presentes no desenvolvimento deste trabalho.

Muito obrigada!

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”.

Abrahan Lincon

Resumo

GONÇALVES, Lilian Fernanda Sfindrych, **Tecnologias de fertilização na produção de cultivares biofortificadas de batata-doce em sistemas de cultivo vertical e horizontal**. 2022. 93f. Orientador: Prof. Dr. Überson 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.

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma espécie da família das convolvuláceas, com origem provável entre o México e o Norte da América do Sul. A biofortificação é uma técnica de melhoramento genético natural que possibilita elevar o teor de micronutrientes dos alimentos, como pró-vitamina A, ferro e zinco, melhorando sua qualidade nutricional, o que pode ser feito por meio de técnicas de melhoramento convencional de plantas ou pela biotecnologia. Este estudo avaliou o desenvolvimento das cultivares biofortificadas Beauregard e BRS Amélia, submetidas a diferentes tecnologias de fertilização em sistema de cultivo vertical e horizontal. Aos 180 dias os dados de parâmetros biométricos e de produção foram coletados e submetidos à análise de variância e análise de regressão seguida pelo teste de Scott-Knott e Tukey para separação de médias. A aplicação do fertilizante de liberação controlada apresentou efeitos positivos na produção da cultivar Beauregard em sistema de cultivo vertical, promovendo o incremento em altura, comprimento de ramos e número de folhas. A aplicação de base do fertilizante de liberação controlada na dose de 30 g por planta e a de fertilizante NPK tradicional na dose de 40 g promovem maiores produtividades de massa seca de parte aérea e de raiz quando comparadas a plantas não fertilizadas. Para o cultivo de batata-doce BRS Amélia em cultivo vertical, a aplicação do fertilizante de liberação controlada apresentou efeito positivo promovendo o incremento em altura, diâmetro do coleto, número de folhas, número de ramos, comprimento de ramos e clorofila. A aplicação de base do fertilizante de liberação controlada não apresentou efeitos significativos para os parâmetros BFPA, BSPA, BFR e BSR. A dose de 40 g por cova de plantio de fertilizante NPK convencional resultou em maiores biomassa fresca de raiz e biomassa seca de raiz quando comparada ao tratamento sem fertilização no cultivo de batata-doce em sistema vertical. No cultivo horizontal da batata-doce BRS Amélia, a aplicação do fertilizante de liberação controlada promoveu o incremento em número de ramos, clorofila, diâmetro do coleto e área foliar. A aplicação de base do fertilizante de liberação controlada apresentou efeito positivo. A dose de 90 g por cova de plantio resultou em maiores respostas para biomassa fresca da parte aérea e biomassa seca da parte aérea e 120 g por cova de plantio para biomassa seca da raiz quando comparadas aos tratamentos com fertilização controlada. As respostas foram superadas pelo uso do fertilizante NPK convencional na dose de 40 g por cova para os parâmetros biomassa fresca da parte aérea, biomassa seca da parte aérea e biomassa fresca da raiz no cultivo de batata-doce em sistema horizontal.

Palavras-chave: adubação; biofortificação; fertilizante de liberação controlada; *Ipomoea batatas*; nutrição vegetal.

Abstract

GONÇALVES, Lilian Fernanda Sfindrych. **Fertilization technologies in the production of biofortified sweet potato cultivars in vertical and horizontal cropping systems.** 2022. 93p. Professor advisor: Dr. Überson Boaretto Rossa. Dissertation (Master degree in Science) - Postgraduate Course in Technology and Environment, Research Department, Postgraduate and Innovation, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

The sweet potato (*Ipomoea batatas*) is a species in the convolvulaceae family, most likely originated between Mexico and northern South America. Biofortification is a natural genetic improvement technique that makes it possible to increase the micronutrient content of foods, such as pro-vitamin A, iron and zinc, improving their nutritional quality, which can be done through conventional plant breeding techniques or by biotechnology. This study evaluated the development of biofortified cultivars Beauregard and BRS Amélia, submitted to different fertilization technologies in vertical and horizontal cultivation systems. At 180 days, biometric and productivity parameters data were collected and submitted to analysis of variance and analysis of regression followed by the Scott-Knott and Tukey test to separate the means. The application of the controlled-release fertilizer had positive effects on the productivity of the cultivar Beauregard in a vertical cultivation system, promoting an increase in height, shoot length and number of leaves. The application of controlled-release fertilizer at a dose of 30 g per plant and that of traditional NPK fertilizer at a dose of 40 g promote higher productivity of shoot and root dry mass when compared to unfertilized plants. For the vertical cultivation of sweet potato BRS Amélia, the application of the controlled release fertilizer had a positive effect promoting an increase in height, collar diameter, number of leaves, number of shoots, shoot length and chlorophyll. The base application of the controlled-release fertilizer did not present significant effects for the parameters BFPA, BSPA, BFR and BSR. The dose of 40 g per planting hole of conventional NPK fertilizer resulted in higher fresh root biomass and dry root biomass when compared to the treatment without fertilization in sweet potato cultivation in vertical system. In the horizontal cultivation of sweet potato BRS Amélia, the application of the controlled-release fertilizer promoted an increase in the number of shoots, chlorophyll, collar diameter and leaf area. The base application of the controlled-release fertilizer had a positive effect. The dose of 90 g per planting hole resulted in higher responses for fresh shoot biomass and shoot dry biomass and 120 g per planting hole for root dry biomass when compared to treatments with controlled fertilization. The responses were overcome by the use of conventional NPK fertilizer at a dose of 40 g per hole for the parameters fresh shoot biomass, shoot dry biomass and fresh root biomass in the horizontal cultivation system of sweet potato.

Keywords: biofortification; fertilizing; controlled-release fertilizer; *Ipomoea batatas*; plant nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dados climáticos de precipitação e temperatura no período de desenvolvimento das plantas de batata-doce Beauregard. Massaranduba/SC, 2020/2021.....	30
Figura 2	Preparação do solo nos vasos de cultivo vertical (A), arranjo experimental com vasos de cultivo (B), vaso com mudas plantadas (C), medição do diâmetro do coleto da planta com paquímetro (D), medição da altura da planta (E), batata-doce Beauregard (F).....	33
Figura 3	Análise de regressão para altura (H) de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	36
Figura 4	Análise de regressão para número de folhas (NF) de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	38
Figura 5	Análise de regressão para número de ramos (NR) de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	39
Figura 6	Análise de regressão para comprimento de ramos (CR) de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	40
Figura 7	Preparação do solo nos vasos de cultivo vertical (A), vaso com mudas plantadas (B), aferição da clorofila através do aparelho clorofilômetro (C), medição do diâmetro do coleto com paquímetro (D), medição da altura (E), colheita batata-doce BRS Amélia(F).....	50
Figura 8	Análise de regressão para altura (H) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação	

	controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	53
Figura 9	Análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	54
Figura 10	Análise de regressão para número de folhas (NF) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	56
Figura 11	Análise de regressão para número de ramos (NR) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	57
Figura 12	Análise de regressão para comprimento de ramos (CR) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	58
Figura 13	Análise de regressão para clorofila (CL) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba – SC, 2021.....	60
Figura 14	Imagem de folhas de batata-doce BRS Amélia capturadas por scanner (A) Cálculo da área foliar de batata-doce BRS Amélia utilizando o Programa Image J (B), Unidade experimental (C), batata-doce BRS Amélia (D), Corte transversal apresentando a coloração da polpa batata-doce BRS Amélia (E).....	69
Figura 15	Análise de regressão para número de ramos (NR) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba – SC, 2021.....	74

Figura 16	Análise de regressão para diâmetro do coleto (DC) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba – SC, 2021.	76
Figura 17	Análise de regressão para clorofila (CL) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba – SC, 2021.....	76
Figura 18	Análise de regressão para área foliar (AF) de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba – SC, 2021.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de batata-doce Beauregard em sistema de cultivo vertical. Massaranduba/SC, 2020/2021.	30
Tabela 2	Características químicas do fertilizante de liberação controlada e convencional aplicado em cultivo vertical de batata-doce Beauregard.	32
Tabela 3	Médias das variáveis de biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa fresca da raiz (BFR) e biomassa seca da raiz (BSR) de batata-doce Beauregard produzidas em sistema de cultivo vertical, sob diferentes tecnologias de fertilização.	34
Tabela 4	Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de batata-doce BRS Amélia em sistema de cultivo vertical. Massaranduba/SC, 2020/2021.	47
Tabela 5	Características químicas de fertilizante de liberação controlada e convencional aplicado em cultivo vertical de batata-doce BRS Amélia.	49
Tabela 6	Médias das variáveis de biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa fresca da raiz (BFR) e biomassa seca da raiz (BSR) de batata-doce BRS Amélia produzidas em sistema de cultivo vertical sob diferentes tecnologias de fertilização.	51
Tabela 7	Características granulométricas e químicas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de batata-doce BRS Amélia em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba/SC, 2020/2021.	66
Tabela 8	Características químicas do fertilizante de liberação controlada e convencional aplicado em cultivo horizontal de batata-doce BRS Amélia.	68
Tabela 9	Médias das variáveis de biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa fresca da raiz (BFR) e biomassa seca da raiz (BSR) de batata-doce BRS Amélia produzidas	

em sistema de cultivo horizontal, sob diferentes doses de
fertilização..... 71

Lista de Abreviaturas e Siglas

AF	Área Foliar
BFPA	Biomassa Fresca Parte Aérea
BFR	Biomassa Fresca da Raiz
ANOVA	Análise de Variância
BSPA	Biomassa Seca Parte Aérea
BSR	Biomassa Seca da Raiz
Ca	Cálcio
C	Carbono
Cfa	Clima Subtropical Úmido
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CL	Clorofila
CR	Comprimento de Ramos
CV	Coefficiente de Variação
DBC	Delineamento em Blocos Casualizado
DC	Diâmetro do Coleto
DMET	Dose de Máxima Eficiência Técnica
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EMBRAPA	Empresa de Pesquisa Agropecuária
Fe	Ferro
FLC	Fertilizante de Liberação Controlada
FLL	Fertilizante de Liberação Lenta
H	Altura
K	Potássio
m.s.n.m	Metros Sobre Nível do Mar
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio

NF	Número de Folhas
NR	Número de Ramos
P	Fósforo

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	19
2	OBJETIVOS	24
	2.1 GERAL	24
	2.2 ESPECÍFICOS.....	25
3	PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BEAUREGARD EM CULTIVO VERTICAL SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO	26
	3.1 INTRODUÇÃO	27
	3.2 MATERIAL E MÉTODOS	29
	3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
	3.3.1 <i>Análise dos parâmetros de produção de batata-doce Beauregard sob diferentes tecnologias de fertilização.</i>	<i>34</i>
	3.3.2 <i>Análise dos parâmetros biométricos de batata-doce Beauregard sob diferentes tecnologias de fertilização.</i>	<i>36</i>
	3.4 CONCLUSÃO	42
4	USO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO VERTICAL.....	43
	4.1 INTRODUÇÃO	44
	4.2 MATERIAL E MÉTODOS	47
	4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
	4.3.1 <i>Análise dos parâmetros de produção de batata-doce BRS Amélia com o uso de diferentes tecnologias de fertilização.</i>	<i>51</i>
	4.3.2 <i>Análise dos parâmetros biométricos de batata-doce BRS Amélia com o uso de diferentes tecnologias de fertilização.</i>	<i>53</i>
	4.4 CONCLUSÃO	61
5	FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO HORIZONTAL.....	62

5.1	INTRODUÇÃO	65
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	66
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
	5.3.1 <i>Análise dos parâmetros de produção de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilização mineral.....</i>	71
	5.3.2 <i>Análise dos parâmetros de biométricos de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilização mineral.</i>	74
5.4	CONCLUSÃO	80
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
7	REFERÊNCIAS	82
8	LISTA DE SUGESTÕES.....	94
8	IMAGENS ASPECTOS GERAIS A CAMPO	95
10	ANEXOS	98

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma raiz tuberosa pertencente à família *Convolvulaceae*. Não existe uma identificação exata do local de origem desta cultura, mas acredita-se que seja uma planta com origem nas Américas e México (SILVA *et al.*, 2015).

Considerada uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, é uma cultura rústica e de alta adaptabilidade climática e solo, sendo produzida em maior expressividade na região sul e nordeste (RESENDE, 2019). No entanto, a baixa produtividade agrícola desta cultura está associada com a falta de tecnologia e ao uso de variedades não selecionadas (WIDODO *et al.*, 2015). Para Vargas *et al.* (2020), o uso de variedades antigas pelos agricultores é um dos fatores do baixo índice de produtividade nacional. Apesar de existirem diferentes cultivares de batata-doce registradas no Brasil, o plantio de cultivares não melhoradas é muito utilizada, sendo, um dos fatores responsáveis por baixos rendimentos de raízes por planta. Por isso, é recomendado optar por variedades mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas de plantio (SILVA *et al.*, 2015).

Os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará são os principais produtores, embora o cultivo ainda apresente baixa produtividade considerando o real potencial produtivo da espécie (BALDUINO, 2021).

As cultivares recomendadas para produção de batata-doce apresentam relação com o local, época de plantio, adubação, bem como a finalidade de produção. No entanto, existem poucos estudos que buscam selecionar e indicar cultivares para as diferentes regiões buscando alternativas de manejo e melhor época de colheita (VIANA *et al.*, 2011).

Normalmente o plantio da batata-doce é realizado em sistema de plantio convencional em solo arado e em leiras, garantindo melhores condições para o crescimento e desenvolvimento dos tubérculos. O manejo convencional do solo provoca uma grande degradação do solo, erosão e assoreamento dos rios, além de estimular o aparecimento de plantas invasoras, ocasionando uma maior infestação na área (RÓS *et al.*, 2014). No entanto, um sistema de manejo mais sustentável, além de poder proporcionar o aumento da renda familiar, possibilita a produção de alimentos de qualidade, fácil manejo, economia de

espaço, oportunizando o uso de materiais recicláveis (VENTURA, 2015). Assim, o cultivo em sistema vertical tem potencial para ser mais uma alternativa de diversificação produtiva em propriedades rurais e áreas urbanas para auxiliar no desenvolvimento rural sustentável.

A batata-doce apresenta significativa importância socioambiental sendo produzida basicamente em pequenas propriedades rurais, através da agricultora familiar, tendo como principal objetivo o autoconsumo das raízes (ANDRADE JUNIOR *et al.*, 2012). Pode ser utilizada como matéria prima para a fabricação de pães, massas, bolos, biscoitos e etanol e suas ramas, como co-produto, utilizadas na alimentação animal (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). Suas folhas podem ser consumidas da mesma forma que se consomem outras hortaliças (SONG *et al.*, 2011). Na prática, os restos culturais tais como: ramas, raízes finas e tuberosas não comerciáveis, comumente não são consumidos, sendo descartados no ambiente. As ramas descartadas podem ser aproveitadas, pois são ricas em amido, açúcares e vitaminas, considerada um material de alto valor nutritivo, podendo ser fornecidas aos animais, verdes ou conservadas na forma de silagem. (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012; FIGUEIREDO *et al.*, 2012).

A batata-doce é rica em vitamina C, Fe, K, fibras, vitaminas B₁, B₂ e B₅. As cultivares que apresentam polpa alaranjada são ricas em β – caroteno (pró - vitamina A). São utilizadas em vários países como forma de combate a deficiência de vitamina A em crianças (ROSSEL, 2021). A vitamina A é um micronutriente essencial à vida humana que favorece o sistema imunológico, auxilia na acuidade visual, na proliferação e diferenciação celular e na expressão gênica. O público com maior susceptibilidade à carência de vitamina A, além das crianças, são as gestantes e lactantes (LIMA *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, a fome e a desnutrição no mundo acarretam preocupação quanto à segurança alimentar, principalmente de jovens e crianças. Em 2019, cerca de 2 bilhões de pessoas não tiveram acesso a alimentos de boa qualidade nutricional ou mesmo puderam alimentar-se (FAO, 2021). A meta 2 dos objetivos do desenvolvimento sustentável, traz o compromisso de acabar com a fome em todas as suas formas até 2030, o que não é previsto, pois a desigualdade social aumenta com o reflexo da pandemia (AGENDA 2030, 2018; FAO, 2021). Pessoas que se enquadram neste grupo, não têm acesso à alimentação segura,

nutritiva e suficiente em todos os momentos, a fim de que tenham uma dieta suficiente para uma vida ativa e saudável. Essas pessoas podem ser vítimas da “fome oculta”, caracterizada como a situação de malnutrição decorrente da ingestão deficiente de micronutrientes essenciais à vida como zinco, vitamina A, ferro e selênio (GARG *et al.*, 2018).

Para combater a “fome oculta” presente principalmente em países pobres ou em desenvolvimento como o Brasil, a biofortificação de alimentos surge como uma solução benéfica e viável (GARG *et al.*, 2018). Este processo de biofortificação consiste no desenvolvimento de cultivares alimentares com altos teores de micronutrientes através do melhoramento genético convencional, da engenharia genética ou por meio de intervenções agronômicas. Este método vem sendo otimizado de modo sustentável a fim de reduzir as deficiências de micronutrientes em diversos países com vários benefícios na sua implantação. No melhoramento genético convencional, o investimento é baixo para que as culturas agrícolas sejam desenvolvidas, sendo que as espécies podem ser facilmente multiplicadas pelos agricultores ao longo dos anos (JHA *et al.*, 2020). A biofortificação permite a disponibilidade de um alimento nutritivo a pessoas de diversas esferas sociais de diferentes faixas econômicas (NESTEL *et al.*, 2006). Dentre as espécies biofortificadas, a batata-doce destaca-se pela facilidade de cultivo e uso nas populações de baixa renda, considerada um alimento no combate de carências nutricionais (KEHOE *et al.*, 2015).

Os clones de batata-doce podem diferenciar-se pela cor da pele e da polpa de suas raízes tuberosas. Os grupos varietais consistem em batatas-doces de pele rosada com polpa amarela ou branca, pele roxa e polpa roxa, pele creme e polpa amarela, pele branca e polpa branca e pele salmão ou cobre e polpa alaranjada (CEAGESP, 2014). Todos os tipos fornecem significativa quantidade de vitaminas e minerais, porém, a que apresenta maior teor de β -caroteno é a de polpa alaranjada, sendo que quanto maior a intensidade da cor alaranjada, maior a concentração de β -caroteno (LOW *et al.*, 2017).

As batatas-doces de polpa alaranjada mais conhecidas no Brasil são as variedades Beauregard e BRS Amélia. A batata-doce BRS Amélia foi lançada em 2011 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e encontra-se mais disseminada na região sul do país. As suas raízes apresentam formato elíptico longo, pele rosa claro e a polpa alaranjada.

Apresenta produtividade média de 32 t ha⁻¹ e pode ser colhida entre 120 a 140 dias após o plantio. Quanto à composição química e nutricional, constitui fonte de energia por apresentar alto teor de amido (27,09%), glicose (30,10%), proteínas (0,130mg/100g) e antocianinas (0,70mg/100g), tornando uma alternativa de consumo por esportistas (CASTRO, 2011).

A batata-doce Beauregard foi desenvolvida nos Estados Unidos na Louisiana Agricultural Experiment Station em 1981 (EMBRAPA, 2011). No Brasil, foi selecionada no programa Biofortificação no Brasil – BioFORT sendo recomendada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária para o cultivo no país. Esta cultivar apresenta 10 vezes mais β -caroteno do que as variedades mais plantadas no Brasil. Possui raízes alongadas e uniformes do tipo elíptico, com casca de cor vermelho arroxeado e superfície lisa, apresentando produtividade média entre 23 à 29 t ha⁻¹. A colheita pode ocorrer entre 120 à 150 dias após o plantio. A polpa apresenta cor é alaranjada intensa. O consumo de 25 a 50g de batata-doce Beauregard supre as necessidades diárias de pró-vitamina A, nutriente essencial para o desenvolvimento dos órgãos da visão, formação da pele e crescimento do corpo. Tornando-se desta forma uma grande alternativa para sua inserção em programas de política pública como a merenda escolar e cestas básicas (EMBRAPA, 2011).

Cabe ressaltar que segundo Moraes *et al.* (2012), o baixo teor de nutrientes nos alimentos convencionais se deve ao melhoramento vegetal que visa apenas o ganho em produtividade das culturas sem considerar a qualidade nutricional dos alimentos.

A batata-doce possui alta capacidade de exploração de nutrientes do solo por apresentar um sistema radicular muito ramificado (OLIVEIRA *et al.*, 2006). No entanto, os estudos de Cruz *et al.* (2016) indicam que a ausência do uso de tecnologias de fertilização, pode proporcionar resultados de baixa produtividade de batata-doce, sendo necessárias a utilização de adubações balanceadas. O estudo de sistemas de cultivo e melhores técnicas de produção tornam-se necessários para incremento da produtividade e rentabilidade em genótipos de batata-doce. Para Mendonça e Peixoto (1991), avaliando diferentes níveis de adubação para a batata-doce, obtiveram respostas significativas para a produtividade,

produção por planta e peso médio de raízes comerciais, considerando desta forma a importância da fertilização em cultivos de batata-doce.

Novas tecnologias têm sido desenvolvidas, como fertilizantes de baixa solubilidade (de liberação lenta ou controlada), ou aditivados (estabilizados) com inibidores capazes de minimizar as perdas de nutrientes. Estes fertilizantes diminuem as perdas de nutrientes pela planta, solo e atmosfera, melhorando a sua disponibilidade, de maneira equilibrada, conforme a necessidade das plantas (TRENKEL, 2010).

Desde o final da década de 1990, os fertilizantes de liberação lenta ou controlada são utilizados em culturas agrícolas a campo e demonstrando potencial em sua aplicação em hortaliças, frutíferas e forrageiras (TRENKEL, 2010). Em espécies florestais, adubos de liberação lenta promovem a redução de custos com a manutenção, diminuindo a necessidade de adubações de cobertura (BRANCALION *et al.*, 2017). Perante as vantagens de utilização dos fertilizantes de liberação lenta, estudos têm sido realizados para a obtenção e aprimoramento de novas tecnologias, com o objetivo de obter formulações que atendam à demanda nutricional de diferentes culturas (CHEN *et al.*, 2018). Devido a esta necessidade, o uso desta tecnologia em cultivos agrícolas vem crescendo. Os adubos de liberação lenta ou controlada são considerados uma tecnologia promissora, ocupando o mercado mundial com uma taxa de crescimento de 6,5%, entre 2014 e 2019 (FU *et al.*, 2018).

Os fertilizantes de liberação lenta e controlada moderam física, química ou microbiologicamente as taxas de liberação de nutrientes (SHAVIV, 2001). Esses fertilizantes disponibilizam o nutriente liberando-o conforme a demanda da planta, diminuindo assim as perdas deste no ambiente. Geralmente, a liberação do nutriente ocorre quando algum fator de intemperismo como variações de temperatura, forças mecânicas, agentes químicos, agem sobre o revestimento, rompendo-o, permitindo a entrada de água e dissolução do fertilizante no núcleo do grânulo, disponibilizando-o para o solo (CANCELLIER, 2013). Devido a essas características, esses adubos podem proporcionar maior produtividade em campo e menor necessidade de manejo do plantio, o que reduz a demanda por mão de obra (CUNHA, 2020).

Os FLC ou lenta apresentam vantagens como a redução da volatilização da amônia, evitando a perda deste nutriente por lixiviação. Dessa forma, a planta absorve o nutriente em maior escala, proporcionando o aumento do seu crescimento em plantios a campo. Além dos ganhos produtivos ocorre o ganho ambiental, com o maior aproveitamento dos nutrientes aplicados, o que reduz o número de aplicação em altas doses de fertilizantes, contribuindo no equilíbrio do ecossistema (CUNHA *et al.* 2021).

No entanto, esses tipos de fertilizantes apresentam um custo mais elevado comparado aos adubos de alta solubilidade, tornando necessárias pesquisas que venham delimitar as doses adequadas para o seu uso, buscando incrementos positivos para o desenvolvimento dos cultivos (ROSSA *et al.* 2015b).

Sendo assim, um dos principais nutrientes exigidos pela batata-doce é o N. O fertilizante de liberação controlada apresenta vantagens em relação aos comuns como o potencial de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e reduzir as perdas de N no sistema água, solo, planta e atmosfera, implicando em menor impacto ambiental (SHAVIV, 2001; TRENKEL, 2010), além de proporcionar melhor ajuste da disponibilidade à demanda dos nutrientes pelas plantas.

A utilização de técnicas de manejo favoráveis, em diferentes sistemas de cultivo, gerando um menor impacto ambiental, conjuntamente a produção de alimentos nutritivos são medidas necessárias para o fortalecimento da tecnologia e do desenvolvimento da agricultura sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes tecnologias de fertilização para a produção de batata-doce biofortificada Bearegard e BRS Amélia em sistemas de cultivo vertical e horizontal.

2.2 Específicos

Analisar parâmetros biométricos e de produção no desenvolvimento de batata-doce Beauregard com o uso de fertilizante de liberação controlada em diferentes doses e o uso de fertilizante NPK em sistema de cultivo vertical;

Avaliar parâmetros biométricos e de produção no desenvolvimento de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilizante de liberação controlada em diferentes doses e o uso de fertilizante NPK em sistema de cultivo vertical;

Estimar parâmetros biométricos e de produção no desenvolvimento de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilizante de liberação controlada em diferentes doses e o uso de fertilizante NPK em sistema de cultivo horizontal; e,

Contribuir com o referencial de indicadores de produção para espécies biofortificadas de batata-doce.

3 PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BEAUREGARD EM CULTIVO VERTICAL SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO¹

PRODUCTION OF BEAUREGARD SWEET POTATO IN VERTICAL FARMING UNDER DIFFERENT FERTILIZATION TECHNOLOGIES

RESUMO

Ipomoea batatas, popularmente conhecida como batata-doce, é uma espécie da família das convolvuláceas, com origem provável entre o México e o Norte da América do Sul. Dentre os genótipos com potencial econômico destaca-se a cultivar biofortificada Beauregard, por apresentar rusticidade e fácil manejo. Os fertilizantes de liberação controlada foram utilizados em sua maioria em trabalhos desenvolvidos em outros países, sendo necessário o seu estudo em condições edafoclimáticas brasileiras. Este estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da cultivar biofortificada Beauregard, submetida a diferentes tecnologias de fertilização em sistema de cultivo vertical. As mudas receberam diferentes doses de fertilizante de liberação controlada: 0,0 (controle); 30; 60; 90; 120g e uma dose de 40g por cova de NPK 13-13-28 de pronta solubilidade. Aos 180 dias os dados de parâmetros biométricos e de produção foram coletados e submetidos à análise variância e análise de regressão seguida pelo teste de Scott-Knott para separação de médias. A aplicação do fertilizante de liberação controlada apresentou efeito positivo na produção da cultivar estudada, favorecendo o desempenho das plantas e promovendo o incremento especialmente em altura, comprimento de ramos e número de folhas. A aplicação de base do fertilizante de liberação controlada na dose de 30g por planta e a de fertilizante NPK tradicional na dose de 40g por planta promovem maiores produtividades de massa seca de parte aérea e de raiz quando comparadas a plantas não fertilizadas no cultivo de batata-doce em sistema vertical.

Palavras-chave: adubação; fertilizante de liberação controlada; *Ipomoea batatas*; nutrição vegetal.

ABSTRACT

Ipomoea batatas, popularly known as sweet potato, is a species of the Convolvulaceae family, with probable origin between Mexico and northern South America. Among the genotypes with economic potential, the biofortified cultivar Beauregard (*Ipomoea batatas*)

¹ Proposta de submissão de artigo para Revista Comunicata Scientiae, Horticultural Journal: www.comunicatascientiae.com.br

stands out due to its rusticity and easy handling. Controlled-release fertilizers were mostly used in studies developed in other countries, and their study being necessary in Brazilian soil and climatic conditions. This study aimed to evaluate the development of Beauregard biofortified cultivar, submitted to different fertilization technologies in vertical farming system. The seedlings received different doses of controlled-release fertilizer: 0.0 (control); 30; 60; 90; 120g and a dose of 40g per pit of NPK 13-13-28 of ready solubility. At 180 days, biometric and production parameter data were collected and submitted to analysis of variance and analysis of regression followed by the Scott-Knott test for mean separation. The application of controlled-release fertilizer showed a positive effect on the production of the cultivar studied, favoring the performance of the plants and promoting the increase especially in height, length of branches and number of leaves. The base application of controlled-release fertilizer at a dose of 30g per plant and traditional NPK fertilizer at a dose of 40g per plant promote higher yields of dry mass of shoots and root when compared to unfertilized plants in the cultivation of sweet potatoes in vertical farming.

Keywords: controlled-releaser fertilizer; fertilizing; *Ipomoea batatas*, plant nutrition.

3.1 Introdução

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é uma raiz tuberosa pertencente à família Convolvulaceae. Não existe uma identificação exata do local de origem desta cultura, mas acredita-se que seja uma planta com origem nas Américas e México (SILVA *et al.*, 2015).

O estudo de Silva *et al.* (2015) ainda mostrou que o plantio de batata-doce é encontrado em várias regiões do Brasil, sendo cultivada pelos agricultores familiares por ser considerada uma planta de manejo relativamente fácil e ampla adaptação climática, de grande importância econômica.

A batata-doce apresenta uma importância social e econômica resultante da sua rusticidade, pois se adapta bem em locais diversos e em pouco tempo de cultivo apresenta uma produção considerável (CAJANGO *et al.*, 2021).

O Brasil apresenta expressividade de produção de batata-doce em áreas onde predomina a agricultura familiar. Os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará são os principais produtores, embora o cultivo ainda apresente baixa produtividade considerando o real potencial produtivo da espécie (BALDUINO, 2021).

São escassos os estudos sobre indicação de cultivares de batata-doce e técnicas de produção e, principalmente de colheita, para determinadas regiões (VIANA *et al.*, 2011). Nesse sentido, o estudo de sistemas de cultivo e melhores técnicas de produção tornam-se necessários para incremento da produtividade e rentabilidade da cultura.

Uma das cultivares com alto potencial produtivo e de mercado é a batata-doce biofortificada Beauregard (*Ipomoea batatas*), uma cultivar de origem norte-americana, desenvolvida pela Louisiana Agricultural Experiment Station em 1987 (EMBRAPA, 2010). Esta cultivar apresenta polpa alaranjada, rica em carotenoides (até 115µg por quilo de raiz) e antioxidantes (NOLÊTO *et al.*, 2015). Além disso, apresenta bons resultados produtivos e um potencial para erradicação de deficiência nutricional em crianças e mulheres (BERNI, 2014).

Uma das tecnologias em desenvolvimento que podem ser estudadas pelo seu potencial de eficiência técnica são os FLL e FLC, valorizados pelas indústrias de fertilizantes (NAZ e SULAIMAN, 2016). Zheng *et al.* (2016) apontam que a utilização deste tipo de fertilizante promove a redução de mão de obra e aumento da produtividade. Diversos estudos vêm sendo realizados para aprimoramento do uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada, a fim de se obter a melhor formulação que atenda a necessidade nutricional das plantas (CHAWAKITCHAREON *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2018). Rossa *et al.* (2013a) apontam, através de estudos em mudas de paricá, que existem poucos estudos sobre os benefícios da utilização de FLL em comparação com o uso de fertilizantes minerais tradicionais e que estudos sobre a viabilidade econômica são necessários.

A utilização de doses balanceadas de fertilizantes reduz perdas por lixiviação e aumenta o potencial de crescimento da planta, considerando questões ambientais, produtivas e econômicas (BERNANRDI *et al.*, 2008). No entanto Rossa *et al.* (2013b) citam que em mudas de espécies florestais, o uso do FLL apresenta a desvantagem por seu alto valor de mercado, tornando necessário estudos para adequação de doses em diferentes sistemas para otimizar a produção.

Segundo Gomes *et al.* (2020), este fertilizante vem sendo estudado em mudas de espécies florestais e frutíferas, porém dados sobre FLC no cultivo de batata-doce a campo são escassos.

Conjuntamente com a criação de tecnologias que buscam atender ao aumento na produção de hortaliças de forma alternativa, Celestrino *et al.* (2017) afirmam que a agricultura familiar se destaca na produção sustentável de hortaliças e que em virtude das exigências comerciais, faz-se necessário uma alteração do modo de produção. Um sistema de manejo mais sustentável, além de poder proporcionar o aumento da renda familiar, possibilita a produção de alimentos de qualidade, fácil manejo, economia de espaço, além de oportunizar o uso de materiais recicláveis e reutilizáveis (VENTURA, 2015).

O manejo convencional provoca degradação do solo, erosão, assoreamento dos rios e estimula a germinação de plantas espontâneas, ocasionando uma maior infestação na área dificultando o seu controle (RÓS *et al.*, 2014). Assim, o cultivo em sistema vertical tem potencial para ser mais uma alternativa de diversificação produtiva em propriedades rurais e para auxiliar no desenvolvimento rural sustentável. Isto mostra a importância do acesso a novas cultivares, tecnologias de produção e diferentes sistemas de cultivo, podendo representar novas fontes de renda para os agricultores familiares. Além de aproveitar pequenos espaços das áreas ociosas das propriedades rurais e de áreas urbanas.

Devido à falta de informações técnicas sobre o uso do FLC em raízes de batata-doce, o objetivo do presente estudo foi avaliar a produção da batata-doce Beauregard em sistema de cultivo vertical sob diferentes tecnologias de fertilização.

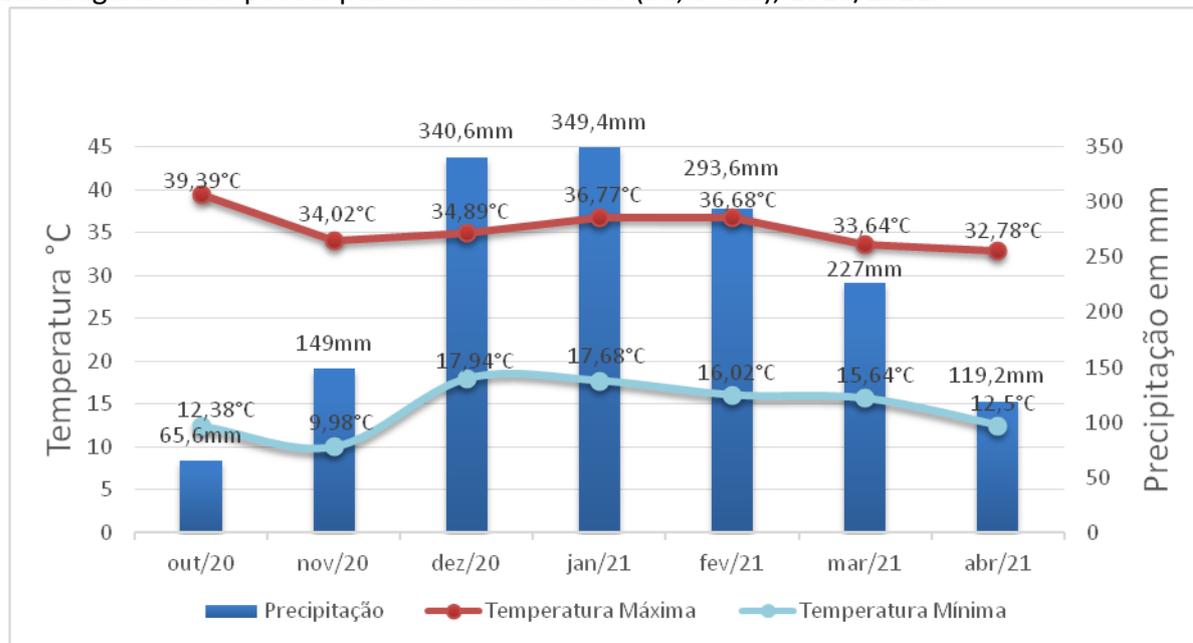
3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em propriedade rural, no município de Massaranduba, Santa Catarina, Brasil, localizada sob as coordenadas geográficas 26°34'30,64"S latitude e 48° 55'01,42"W longitude e 362 m.s.n.m. de altitude.

O clima da região é subtropical úmido com verões quentes sendo classificado como Cfa no sistema de classificação de Köppen (KÖPPEN, 1931). No decorrer do experimento a temperatura máxima registrada foi de 39,3°C e a mínima 9,98°C. Os dados climáticos sob os quais o experimento foi conduzido são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Dados climáticos de precipitação e temperatura no período de desenvolvimento das plantas de batata-doce Beauregard. Massaranduba (SC), 2020/2021.

Figure 1 – Climate data of precipitation and temperature in the period of development of Beauregard sweet potato plants. Massaranduba (SC, Brazil), 2020/2021.



Fonte: Estação Meteorológica EPAGRI/CIRAM (2021).

Para a confecção dos vasos de cultura a fim de estabelecimento do sistema de cultivo vertical, foram utilizados sacos brancos de rafia laminada com diâmetro de 0,35m, H de 0,80m e volume de 0,07m⁻³. Cada saco de rafia foi forrado com um saco plástico de polietileno de baixa densidade, de cor preta, com três furos na parte inferior para drenagem. Os sacos foram preenchidos com solo agrícola retirado de área com histórico de cultivo da propriedade rural. Amostras compostas de solo foram coletadas de 0 a 20cm de profundidade e encaminhadas para laboratório de análise, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de batata-doce Beauregard em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2020.

Table 1 – Chemical and granulometric characteristics of the agricultural soil in the area of the Beauregard sweet potato production experiments in a vertical cultivation system. Massaranduba (SC, Brazil), 2020.

GRANULOMETRIA										
Argila		Areia			Silte			Tipo solo		
g kg ⁻¹										
23,1		48,8			28,1			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	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				%
6,6	6,7	111,3	2	0,0	156,4	8,2	4,1	1,9	12,6	86,9

Fonte: EPAGRI (2020).

Os resultados obtidos na análise física do solo apontaram: 23,1% de argila, 28,1% de silte, e 48,8% de areia, caracterizando-o de acordo com a Instrução Normativa n° 2 de 9 de outubro de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como solo do tipo 2, definidos por solos de textura média, com teor mínimo de 15% de argila e menor do que 35%, nos quais a diferença entre o percentual de areia e o percentual de argila é menor do que 50 (MAPA, 2008). Portanto segundo a classificação proposta por Santos *et al.* (2015) o solo de cultivo foi identificado como classe textural franco argilo arenosa. A partir dos resultados de acidez do solo analisados, não houve necessidade de calagem que apresentou pH SMP e CaCl₂ de 6,7 e 6,6 respectivamente.

A implantação do experimento foi realizada no dia 20 de outubro de 2020, com mudas apresentando 4 a 5 folhas e H aproximada de 20cm. As mudas foram produzidas pela empresa CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal™, através da técnica de cultura de tecidos por micropropagação.

Um total de 18 vasos de cultivo foi utilizado no experimento, com distanciamento de 1,5m entre eles. Em cada vaso de cultivo foram feitas 3 covas com profundidade de 10cm cada cova. Cada cova recebeu a respectiva dose de tratamento e em seguida 1 muda por cova foi plantada, no espaçamento de 8cm entre mudas. As 3 covas em cada vaso foram submetidas a mesma tecnologia de fertilização, totalizando 54 mudas no experimento.

Durante o período de condução do experimento as plantas daninhas do interior dos vasos foram controladas semanalmente com arranquio manual, sendo as do entorno dos vasos com capina manual quinzenalmente. Não foram necessários procedimentos

fitossanitários para controle de pragas e doenças. O controle da irrigação das mudas nos primeiros 30 dias foi efetuado semanalmente por aspersão manual, aplicando o volume de $0,001\text{m}^3$ por vaso. Após este período, considerando regime de chuvas com volume pluviométrico suficiente, não foi necessária irrigação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 6 tratamentos. A unidade experimental foi constituída por um vaso com 3 mudas cada com 3 repetições. Foram aplicados os seguintes tratamentos: controle (sem fertilização), fertilizante de liberação controlada nas doses de 30, 60, 90 e 120g por cova de plantio e 40g por cova de diferente NPK de pronta solubilidade, conforme a interpretação da análise de solo e recomendação do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). Foram empregados fertilizante de liberação controlada fabricado por Compo GmbH & Co. KG (Alemanha), de marca comercial Basacote[®] 12M Plus, com formulação 15-08-12 ($\text{N}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$) e fertilizante NPK de marca Fertipar com formulação 13-13-28 ($\text{N}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$), cujas especificações das formulações químicas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características químicas do fertilizante de liberação controlada e convencional aplicado em cultivo vertical de batata-doce Beauregard.

Table 2 – Chemical characteristics of controlled and conventional release fertilizer applied in vertical cultivation of Beauregard sweet potato.

Tipo de Fertilizante	N (%)	P₂O₅ (%)	K₂O (%)	Mg (%)	S (%)	Fe (%)	B (%)	Cu (%)	Mn (%)	Mo (%)	Zn (%)
Liberação controlada	15,00	8,00	12,00	1,2	5,00	0,4	0,02	0,05	0,06	0,015	0,02
Convencional	13,0	13,00	28,00	-	2,00	-	-	-	-	-	-

Fonte: Compo Expert (2021) e Fertipar (2022).

O Basacote[®] Plus 12M, é um fertilizante complexo NPK de liberação controlada totalmente revestido por um polímero elástico que garante uma liberação uniforme de nutrientes por 12 meses (COMPO EXPERT, 2021).

Aos 180 dias após o plantio foram avaliadas as variáveis biométricas: H, DC, NF, NR, CR e CL, bem como os dados das variáveis de produção: BFPA, BSPA, BFR, BSR.

O CR (em cm) e H (em cm) foram aferidos com régua graduada e trena, medindo-as desde o colo até o ápice da planta (NEUMANN *et al.*, 2017). O número de ramificações e o NF foram contados individualmente.

O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital (mm) a 0,5cm do solo (ROSSA *et al.*, 2011).

A figura 2 mostra a preparação do solo nos vasos, o arranjo experimental, as mudas plantadas, a realização da medição do DC, da H e batata-doce Beauregard.

Figura 2 – Preparação do solo nos vasos de cultivo vertical (A), arranjo experimental com vasos de cultivo (B), vaso com mudas plantadas (C), medição do diâmetro do coleto da planta com paquímetro (D), medição da H da planta (E), batata-doce Beauregard (F).

Figure 2 – Soil preparation in vertical growing pots (A), experimental arrangement with growing pots (B), pot with planted seedlings (C), measurement of plant collar diameter with caliper (D), measurement of plant height (E), Beauregard sweet potato (F).



Fonte: Os Autores (2020).

A parte aérea das plantas foi colhida a 5cm de H do solo, com auxílio de tesoura de poda e em seguida foram pesadas para determinação da BFPA. As raízes foram colhidas com pá de jardim e lavadas com escova. Após este procedimento foram pesadas.

Para a secagem da biomassa das folhas e raízes foi utilizado secador de circulação de ar forçado a 65°C até atingir peso constante (CONEGLIAN *et al.*, 2016).

Para comparação do fertilizante de alta solubilidade e FLC, os dados foram submetidos a ANOVA, seguido do teste de Scott-Knott a 5% para comparação de médias, utilizando-se o programa estatístico Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016). Os dados referentes a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada foram submetidos à análise de regressão e calculadas as doses de máxima eficiência técnica.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Análise dos parâmetros de produção de batata-doce Beauregard sob diferentes tecnologias de fertilização.

Os resultados das médias das variáveis de produção para BFPA, BSPA, BFR de batata-doce Beauregard avaliadas aos 180 dias após o plantio, são apresentadas na Tabela 3.

Observou-se que não houve resposta significativa para os parâmetros de produção BFPA, BFR com a aplicação de FLC. Todavia, a aplicação de 40g do fertilizante NPK convencional promoveu maiores valores de massa fresca da parte aérea e BFR quando comparado ao tratamento sem fertilização e tratamentos com fertilizante de liberação controlada.

Tabela 3 – Médias das variáveis de BFPA, BSPA, BFR e BSR de batata-doce Beauregard produzidas em sistema de cultivo vertical, sob diferentes tecnologias de fertilização.

Table 3 – Averages of the variables of fresh shoot biomass (BFPA), dry shoot biomass (BSPA), fresh biomass of the root (BFR) and dry root biomass (BSR) of the Beauregard sweet potato root produced in vertical farming system, under different fertilization technologies.

Parâmetros de produção (após 180 dias)				
Doses de FLL	BFPA(g)	BSPA(g)	BFR(g)	BSR(g)
0 g	338,05Ba*	56,61Bb	768,89Ba	123,43Cb
30g	257,78Ba	89,24Aa	962,22Ba	236,65Ba
60g	248,33Ba	40,30Bb	728,33Ba	121,53Cb
90g	305,00Ba	45,82Bb	934,30Ba	198,25Ca
120g	258,33Ba	45,91Bb	731,66Ba	156,25Cb
40g NPK	536,66A	80,92A	2050,00A	327,70A
CV (%)	15,46	21,19	17,19	19,72

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

Letras maiúsculas para comparação de médias dos tratamentos de fertilizante de liberação controlada e NPK. Letras minúsculas para comparação de médias dos tratamentos com fertilizante de liberação controlada.

Os parâmetros BSPA e BSR, obtiveram melhor resultado com a aplicação de 30g por cova de FLC em comparação ao controle. Para BSPA, o tratamento de 30g de fertilizante de liberação controlada não diferiu significativamente do uso de 40g por cova de NPK tradicional, ambos superiores ao tratamento sem fertilização e demais doses de FLC. O parâmetro BSPA apresentou uma resposta de 89,2g, com a dose de 30g de fertilizante de liberação controlada, uma taxa de 36,5% maior se comparado ao tratamento sem fertilização que produziu 56,6g.

Para biomassa seca de raiz, o tratamento com 30g por cova de FLC promoveu resultado de 236,6g, valor 47,8% superior comparado ao tratamento controle que respondeu com 123,4g. O tratamento com 40g por cova de adubo NPK 13-13-28 destacou-se no resultado de BSR, uma taxa de 62,3% maior comparado ao tratamento sem fertilização, sendo também superior ao tratamento com 30g de FLC. Resultados semelhantes foram encontrados por Rossa *et al.* (2013a), quando estudaram o desenvolvimento de mudas de paricá, observaram o aumento de BSPA e BSR com o uso de FLL.

Estudos realizados por Gomes *et al.* (2020) comprovaram respostas positivas do uso do FLC no acúmulo de BSR e da parte aérea em mudas de nespereira. Este resultado do aumento de biomassa em plantas em virtude da aplicação de FLL ou de FLC também foi verificado em vários trabalhos com espécies frutíferas e florestais (GOMES *et al.*, 2020).

O acúmulo de biomassa é importante, pois está relacionado à quantidade de carbono presente na planta (MODRZYNSKI *et al.*, 2015). Desta forma, pode refletir em maior produção de biomassa de raiz, em especial para espécies que acumulam energia em forma de amido nos tubérculos, pode representar maior produção de batata-doce.

De modo geral, o uso do FLC promoveu incrementos significativos em indicadores de crescimento vegetativo de batata-doce cv. Beauregard cultivada em sistema vertical. A dose de 30g de FLC por cova de plantio resultou em maiores biomassa seca de parte aérea e raiz

quando comparada ao tratamento sem fertilização, sendo, todavia, superada pelo uso do fertilizante NPK convencional na dose de 40g por cova.

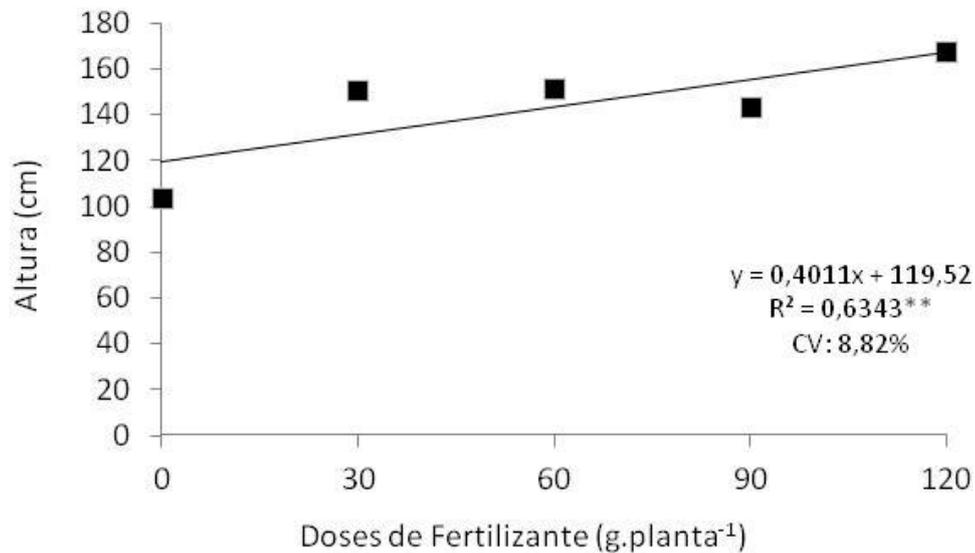
3.3.2 Análise dos parâmetros biométricos de batata-doce Beauregard sob diferentes tecnologias de fertilização.

De acordo com a análise de regressão, houve efeito significativo do FLC para todos os parâmetros biométricos avaliados, exceto para diâmetro do coleto e clorofila. Nestas condições, o fertilizante de liberação controlada demonstrou potencial de uso para produção de batata-doce. Os modelos de regressão e respectivas equações e coeficientes de determinação (R^2) para os dados biométricos são apresentados nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

A H das plantas aumentou com as doses de FLC. O tratamento com 120g do fertilizante por cova resultou em plantas 38% maiores que o controle (Figura 3). Resultados semelhantes foram identificados em Gomes *et al.* (2017a) com mudas de quiabeiro. Os autores mencionam que o efeito do FLC no aumento da H pode ocorrer devido à disponibilidade de N, P e K ao longo do período de crescimento da planta (GOMES *et al.*, 2020). Resultados similares foram descritos por análises de Rossa *et al.* (2011) e Rossa *et al.* (2013b) com espécies florestais.

Figura 3 – Análise de regressão para H de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 3 – Regression analysis for height (H) of Beauregard sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

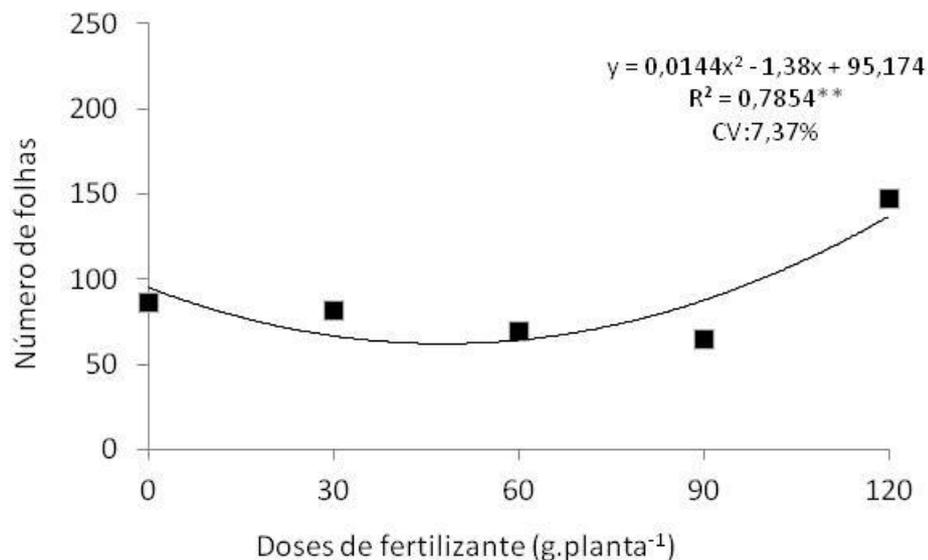
O aumento linear da H pode estar relacionado à adubação nitrogenada, pois este efeito assemelha-se com os estudos de José *et al.* (2009) e Rossa *et al.* (2013b), quando a H de mudas de *Schinus terebinthifolius*, aumentou à medida em que se elevou os níveis de fertilizantes, contendo significativa proporção de N em sua composição. O FLC utilizado neste experimento apresenta 15% de N e considerando que o solo antes do plantio apresentava uma taxa baixa de matéria orgânica (2%), é possível inferir que o suprimento deste nutriente esteja diretamente relacionado com o crescimento das plantas. Segundo informações de Naz e Sulaiman (2016), pode-se afirmar que apenas 20 a 30% de fertilizante contendo N é absorvido pelas plantas, o restante é perdido por efeitos da volatilização, lixiviação e nitrificação. Estas perdas podem causar baixa produção, maiores custos com mão de obra e degradação ambiental. O efeito positivo do FLC na H possivelmente está relacionado à disponibilidade contínua de K e N para as plantas. Em FLC, o K pouco lixivia ao longo do tempo quando comparado a outros fertilizantes considerados tradicionais (BLEY *et al.*, 2017). Atualmente o uso do FLL é considerado o produto adequado para reduzir as perdas de nutrientes e a contaminação ambiental (YUNI *et al.*, 2019). A liberação dos nutrientes com a utilização do FLC acontece por processo de difusão disponibilizando-os

conforme as exigências nutricionais das culturas, diminuindo a lixiviação e a salinidade que pode influenciar na redução do desenvolvimento vegetal (COMPO EXPERT, 2021).

O FLC também promoveu incrementos significativos no NF de batata-doce Beauregard. Houve incremento de 41,2% nas plantas tratadas com 120g de FLC quando comparada com as plantas que não receberam fertilizante (Figura 4).

Figura 4 – Análise de regressão para NF de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 4 – Regression analysis for number of leaves (NF) of Beauregard sweet potato, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical cultivation system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

Em estudo avaliando os parâmetros biométricos da cana-de-açúcar em função de diferentes níveis de adubação, Freitas *et al.* (2013) afirmam que quanto maior a dose de N, maior o NF. O N estimula o crescimento vegetativo, resultando em maior NF por planta e aumento do diâmetro da parte aérea (NUNES *et al.*, 2016). O NF é um fator interessante por ser um importante indicativo da capacidade fotossintética da planta e pela capacidade de assimilação de carbono (GOMES *et al.*, 2017a). O crescimento do NF e de H é maior quando

o solo apresenta alta fertilidade, principalmente em solos com alto teor de P e K, e o suprimento destes minerais pelo FLC pode estar relacionado ao incremento dessas variáveis nas plantas de batata-doce cv. Beauregard.

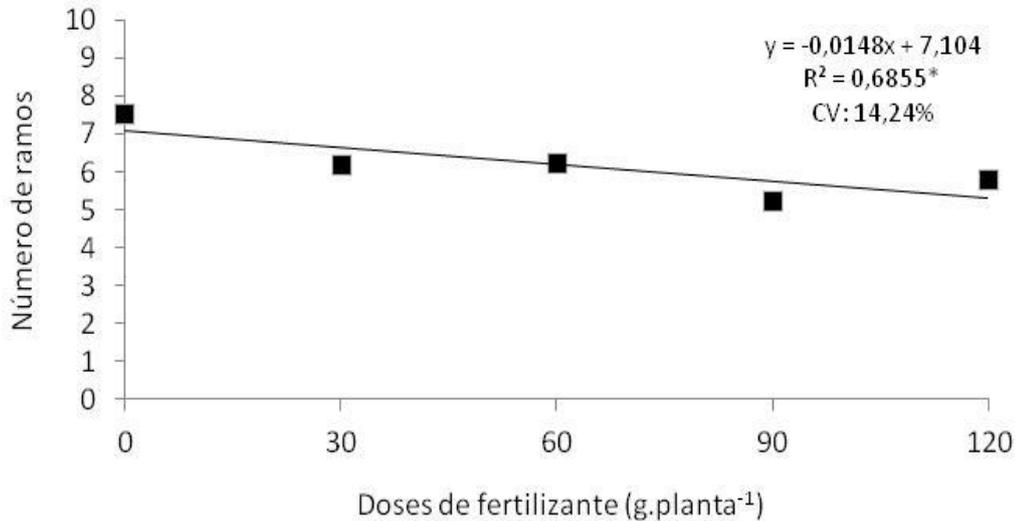
Segundo Prado *et al.* (2016), ocorre aumento de produtividade de batata-doce em solos de alta fertilidade, principalmente com alta disponibilidade de K, N, P, Ca e Mg. É possível inferir que o processo de aplicação do FLC em batata-doce garantiu a disponibilização de nutrientes minerais necessários às exigências nutricionais da cultura, principalmente N que se encontrava em baixo teor no solo.

Com relação ao diâmetro do colete, não houve efeito significativo do fertilizante em comparação com o tratamento controle. Este resultado pode estar relacionado ao fato de o solo utilizado no plantio possuir nutrientes suficientes para o desenvolvimento do colete e síntese de CL, independente do uso do fertilizante no cultivo vertical de batata-doce Beauregard.

O NR respondeu significativamente ao FLC utilizado em batata-doce cv. Beauregard (Figura 5).

Figura 5 – Análise de regressão para NR de batata-doce Beauregard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 5 – Regression analysis for number of branches (NR) of Beauregard sweet potato, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



*Significativo a 5% de probabilidade.

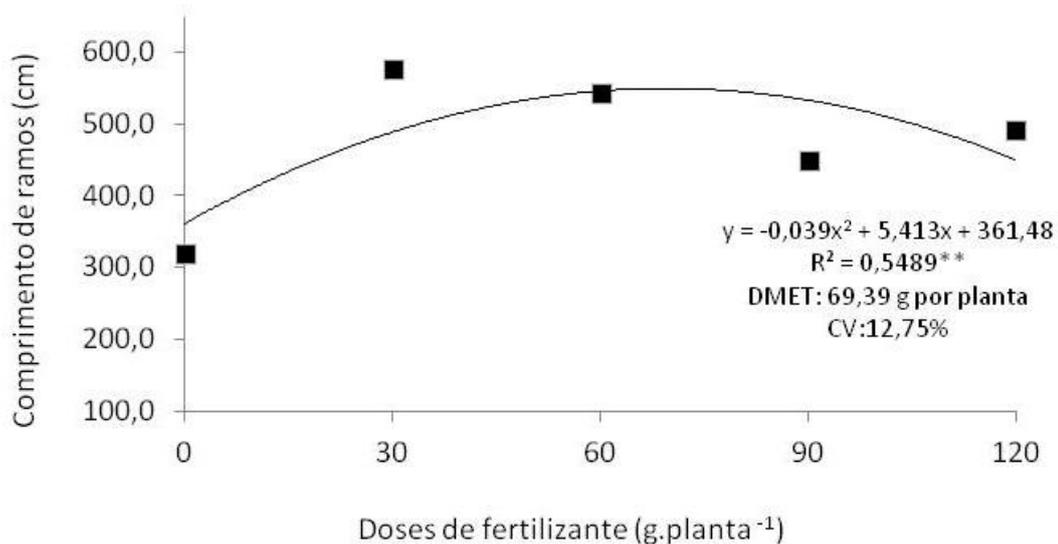
Fonte: Os Autores (2022)

O estudo apontou o tratamento sem nenhum fornecimento de fertilizante (controle) como melhor resultado. O uso do FLC reduziu discretamente o NR, possivelmente o aumento do NF por ramo compensou este efeito, uma vez que doses moderadas do fertilizante promoveram um incremento em biomassa seca da parte aérea e raiz. Os resultados podem indicar que FLC podem inibir o crescimento vegetativo em espécies de interesse agrícola quando aplicados em solos que já possuem altos níveis de nutrientes minerais. Os resultados seriam possivelmente mais acentuados se consideradas doses equivalentes de fertilizantes de alta solubilidade.

Avaliando o CR é possível observar que ele apresentou um comportamento quadrático de crescimento em relação às doses de FLC, demonstrando que o CR atingiu o máximo de crescimento em função das doses de adubo (Figura 6).

Figura 6 – Análise de regressão para CR de batata-doce Beaugard, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 6 – Regression analysis for the length of branches (CR) of Beaugard sweet potato, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

Considerando a variável de CR, o valor de máxima eficiência técnica calculada foi de 69,39g por cova de plantio. Averigua-se que a planta atingiu maiores comprimentos de ramos com doses moderadas de 30g e 60g por cova. No entanto, com dosagens maiores de fertilizante houve inibição no crescimento do CR. Rossa *et al.* (2013b) obtiveram resultado semelhante ao avaliar a H da muda da espécie florestal *Sebastiania commersoniana* que diminuiu com o aumento da utilização de fertilização controlada. Esta resposta pode estar associada ao excesso de fertilizante, principalmente ao K, segundo nutriente em maior abundância no fertilizante utilizado. Com o uso do FLL, o K fica disponível no solo por um tempo maior causando menos perda de nutrientes por lixiviação comparando a outros tipos de fertilizantes (BLEY *et al.*, 2017). Para Cunha *et al.* (2021), a vantagem da redução da lixiviação, faz a planta absorver mais nutrientes e um aumento no seu crescimento na fase de produção de mudas e plantios a campo, ocorrendo a diminuição nas doses aplicadas de fertilizantes e consequentemente ganho ambiental. Mesmo com essas vantagens, doses mais elevadas parecem inibir o crescimento dos ramos em comparação com menores doses. Este fato ilustra a necessidade do estudo de doses balanceadas considerando as exigências nutricionais de cada cultivar e as condições iniciais do solo.

Os resultados apresentados neste estudo demonstram o potencial de incremento produtivo da cultivar Beauregard, em sistemas alternativos de produção como o vertical, associados a prática de adubação do solo com fertilizantes convencionais e de FLC. Futuros estudos são necessários para o desenvolvimento de tecnologias de fertilização específicas para outros tipos de solo e outros genótipos da cultura.

3.4 Conclusão

A aplicação do FLC promoveu o incremento em H, CR e NF em plantas de batata-doce Beauregard. A aplicação de base do FLC na dose de 30g por planta e a de fertilizante NPK tradicional na dose de 40g por planta promoveram maiores produtividades de massa seca de parte aérea e de raiz quando comparadas a plantas não fertilizadas e também para as demais doses utilizadas no cultivo de batata-doce em sistema vertical.

4 USO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO VERTICAL¹

USE OF DIFFERENT FERTILIZATION TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF BRS AMÉLIA SWEET POTATOES IN VERTICAL CULTIVATION

Resumo

Ipomoea batatas, popularmente conhecida como batata-doce, é considerada uma das plantas com grande importância econômica por apresentar características favoráveis para o suprimento de calorias, vitaminas e minerais na alimentação humana.

Dentre os genótipos com potencial econômico destaca-se a cultivar biofortificada BRS Amélia (*Ipomoea batatas*), por apresentar valores nutricionais, rusticidade e fácil manejo. Pesquisas indicam que a ausência do uso de tecnologias de fertilização, pode proporcionar resultados de baixa produtividade de batata-doce, sendo necessárias a utilização de adubações balanceadas. Este estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da cultivar biofortificada BRS Amélia, submetida a usos de diferentes tecnologias de fertilização em sistema de cultivo vertical. As mudas receberam diferentes doses de fertilizante de liberação controlada: 0,0 (controle); 30; 60; 90; 120g e uma dose de 40g por cova de NPK 13-13-28 de pronta solubilidade. Aos 180 dias os dados de parâmetros biométricos e de produção foram coletados e submetidos à análise de variância e análise de regressão seguida pelo teste de Tukey para separação de médias. A aplicação do fertilizante de liberação controlada apresentou efeito positivo na produção da cultivar estudada, favorecendo o desempenho das plantas e promovendo o incremento especialmente em altura, diâmetro do coleto, número de folhas, número de ramos, comprimento de ramos e clorofila. A aplicação de base do fertilizante de liberação controlada não apresentou efeitos significativos para os parâmetros BFPA, BSPA, BFR e BSR. A dose de 40g por cova de plantio de fertilizante NPK convencional resultou em maiores biomassa fresca de raiz e biomassa seca de raiz quando comparada ao tratamento sem fertilização no cultivo de batata-doce em sistema vertical.

Palavras-chave: adubação, fertilizante de liberação controlada, *Ipomoea batatas*, nutrição mineral.

Abstract

¹ Proposta de submissão de artigo para Revista Ceres, UFV: www.ceres.ufv.br

Ipomoea batatas, popularly known as sweet potato is considered one of the plants with great economic importance for presenting favorable characteristics for the supply of calories, vitamins and minerals in human food. Among the genotypes with economic potential, the biofortified cultivar BRS Amélia (*Ipomoea batatas*) stands out, as it has high nutritional values, rusticity and easy handling. Researches indicate that the absence of fertilization technologies can cause lower productivities of sweet potato, making necessary the use of balanced fertilizations. This study aimed to evaluate the development of the biofortified cultivar BRS Amélia, submitted to the use of different fertilization technologies in a vertical cultivation system. The seedlings received different doses of controlled-release fertilizer: 0.0 (control); 30; 60; 90; 120 g and a dose of 40 g per planting hole of readily soluble NPK 13-13-28. At 180 days, biometric and production parameters data were collected and submitted to analysis of variance and analysis of regression followed by Tukey test for separation of means. The application of the controlled release fertilizer had a positive effect on the production of the studied cultivar, favoring the performance of the plants and promoting an increase especially of height, collar diameter, number of leaves, number of shoots, shoot length and chlorophyll. The base application of the controlled-release fertilizer did not present significant effects for the parameters BFPA, BSPA, BFR and BSR. The dose of 40 g per planting hole of conventional NPK fertilizer resulted in higher fresh root biomass and dry root biomass when compared to the treatment without fertilization in sweet potato cultivated in a vertical system.

Keywords: controlled-releaser fertilizer; fertilization, *Ipomoea batatas*; mineral nutrition.

4.1 Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma raiz tuberosa pertencente à família Convolvulaceae, considerada uma das plantas com grande importância socioeconômica por apresentar características favoráveis para o suprimento de calorias, vitaminas e minerais na alimentação humana e em pouco tempo de cultivo apresenta uma produção considerável (CAJANGO *et al.* 2021).

No Brasil, o cultivo da batata-doce é realizado sem uma prévia avaliação e recomendação para determinada região, tornando desconhecido o seu potencial genético, necessitando desta forma, sistemas de plantios adequados e o uso de novas variedades (CARMONA *et al.*, 2015).

Observações de Wu e Liu (2008), apontam que cerca de 40 a 70% do N, 80 a 90% do P e 50 a 70% do K aplicados ao solo em forma de fertilizantes solúveis não são absorvidos

pelas plantas, afetando o meio ambiente. A necessidade do uso de alternativas tecnológicas como o FLC pode fornecer as plantas os nutrientes necessários, buscando as dosagens ideais para produção. Estas pesquisas são necessárias, podendo estabelecer quantidades seguras de adubação, evitando o desgaste com a mão de obra e gerando benefícios para o ecossistema (GIRARDI e MOURÃO FILHO, 2003), além da economicidade dos gastos, reduzindo assim o custo de produção.

A batata-doce possui alta capacidade de exploração de nutrientes do solo por apresentar um sistema radicular muito ramificado (OLIVEIRA *et al.*, 2006). No entanto, os estudos de Cruz *et al.* (2016) indicam que a ausência do uso de tecnologias de fertilização, pode proporcionar resultados de baixa produtividade de batata-doce, sendo necessárias a utilização de adubações balanceadas.

Nesse sentido, o estudo de sistemas de cultivo e melhores técnicas de produção tornam-se necessários para incremento da produtividade e rentabilidade em genótipos de batata-doce.

Uma cultivar com alto potencial produtivo e comercial é a batata-doce biofortificada BRS Amélia que apresenta formato elíptico longo, cor rosa clara, polpa alaranjada intensa, boa aceitação devido ao seu sabor extremamente doce, textura úmida, macia, melada, alto teor de amido e glicose. Além disso, esta cultivar é rica em carotenoides (provitamina A) e apresenta potencialidade de produção de 32 t.ha⁻¹ (CASTRO e BECKER, 2011).

O interesse por uma alimentação mais saudável reflete no potencial de consumo de batata-doce biofortificada. Os compostos bioativos e nutricionais destas cultivares de polpa colorida impactam positivamente na saúde humana (CAMIRE *et al.*, 2009).

A disponibilização de nutrientes no solo pode inferir na produtividade da cultivar. Segundo Yamamoto *et al.* (2016) e Trenkel (2010), afirmam que os FLL liberam os nutrientes por um período mais longo, além de promover benefícios como a redução de gastos com mão de obra, perda de nutrientes por lixiviação e N por volatilização da amônia. Além disso, mantém o equilíbrio de liberação dos nutrientes com as necessidades de crescimento e desenvolvimento das plantas (GUO *et al.*, 2016). Para Serrano *et al.* (2004), ao comparar a eficiência do adubo convencional com os FLL ou FLC, este apresenta vantagens devido a

característica de retardar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, liberando estes nutrientes conforme a necessidade da planta.

Esta tecnologia de fertilização em sua maioria proporciona maior produtividade a campo, menor manejo na reposição de adubação de plantio e de cobertura, além do ganho econômico e ambiental com a diminuição de aplicações e de altas dosagens, evitando o acúmulo de nutrientes no solo. No entanto, o fertilizante de liberação lenta ou controlada apresenta um custo de aquisição maior comparado aos fertilizantes convencionais, havendo necessidade de estudos para determinação de melhores práticas agrícolas a campo para que melhor atendam a demanda nutricional da planta (CUNHA *et al.*, 2021).

O uso do fertilizante de liberação lenta potencializa a produção de mudas de frutíferas ocasionando um crescimento rápido das plantas comparado aos fertilizantes convencionais (ALMEIDA *et al.*, 2012). Embora Silva *et al.* (2015) consideram que este fertilizante vem sendo estudado em viveiros florestais e em culturas agrícolas, dados sobre FLC no cultivo de batata-doce a campo são escassos.

Conforme estudos apontados por Brown *et al.* (2018), os sistemas de cultivos devem ser adaptados a uma exploração racional de áreas agricultáveis, pois a produtividade em área com manejos convencionais inadequados tem diminuído e a degradação do solo aumentado (FAO, 2011).

A crescente necessidade de elevar a produção em menos espaço instiga a criação de métodos de cultivos alternativos em pequenas propriedades rurais, oportunizando o uso de materiais reutilizáveis como os sacos de rafia. O sistema de cultivo vertical proporciona uma maior produção em menor unidade de área. Além de proporcionar fácil manejo na condução da produção (VENTURA *et al.*, 2015).

Isto mostra a importância do acesso a novas cultivares, tecnologias de produção e diferentes sistemas de cultivo, podendo representar novas fontes de renda para os agricultores familiares. Além de aproveitar pequenos espaços das áreas ociosas das propriedades rurais.

Devido à falta de informações técnicas sobre o uso do FLC em raízes de batata-doce, o objetivo do presente estudo foi avaliar o uso de diferentes tecnologias de produção de batata-doce BRS Amélia em cultivo vertical.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, em propriedade rural, no município de Massaranduba, Santa Catarina, Brasil, localizada sob as coordenadas geográficas 26°34'30,64"S latitude e 48°55'01,42"W longitude e 362 m.s.n.m. de altitude.

O clima da região é subtropical úmido com verões quentes sendo classificado como Cfa no sistema de classificação de Köppen com temperatura média anual de 20°C, com precipitação média anual de 2200mm (KÖPPEN, 1931).

Para a confecção dos vasos de cultura a fim de estabelecimento do sistema de cultivo vertical, foram utilizados sacos brancos de rafia laminada com diâmetro de 0,35m, altura de 0,80m e volume de 0,07m.⁻³. Cada saco de rafia foi forrado com um saco plástico de polietileno de baixa densidade, de cor preta, com três furos na parte inferior para drenagem. Os sacos foram preenchidos com solo agrícola retirado de área com histórico de cultivo da propriedade rural. Amostras compostas de solo foram coletadas de 0 a 20cm de profundidade e encaminhadas para laboratório de análise, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Características químicas e granulométricas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de batata-doce BRS Amélia em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2020.

Table 4 – Chemical and granulometric characteristics of the agricultural soil in the area of the BRS Amélia sweet potato production experiments in a vertical cultivation system. Massaranduba (SC, Brazil), 2020.

GRANULOMETRIA			
Argila	Areia	Silte	Tipo solo
	g kg ⁻¹		
23,1	48,8	28,1	Solo tipo 2

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS										
pH CaCl ₂	SMP	P mg/dm ³	M.O %	Al ⁺³ cmol _c /dm ³	K ⁺ mg/dm ³	Ca ⁺² cmol _c /dm ³	Mg ⁺² cmol _c /dm ³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	V %
6,6	6,7	111,3	2	0,0	156,4	8,2	4,1	1,9	12,6	86,9

Fonte: EPAGRI (2020).

Os resultados obtidos na análise física do solo apontaram: 23,1% de argila, 28,1% de silte, e 48,8% de areia, caracterizando-o de acordo com a Instrução Normativa n° 2 de 9 de outubro de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como solo do tipo 2, definidos por solos de textura média, com teor mínimo de 15% de argila e menor do que 35%, nos quais a diferença entre o percentual de areia e o percentual de argila é menor do que 50 (MAPA, 2008). Portanto segundo a classificação proposta por Santos *et al.* (2015) o solo de cultivo foi identificado como classe textural franco argilo arenosa. A partir dos resultados de acidez do solo analisados, não houve necessidade de calagem que apresentou pH SMP e CaCl₂ de 6,7 e 6,6 respectivamente.

A implantação do experimento foi realizada no dia 20 de outubro de 2020, com mudas apresentando 4 a 5 folhas e H aproximada de 20cm. As mudas foram produzidas pela empresa CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal™, através da técnica de cultura de tecidos por micropropagação.

Um total de 18 vasos de cultivo foi utilizado no experimento, com distanciamento de 1,5m entre eles. Em cada vaso de cultivo foram feitas 3 covas com profundidade de 10cm cada cova. Cada cova recebeu a respectiva dose de tratamento e em seguida 1 muda por cova foi plantada, no espaçamento de 8cm entre mudas. As 3 covas em cada vaso foram submetidas a mesma tecnologia de fertilização, totalizando 54 mudas no experimento.

Durante o período de condução do experimento as plantas daninhas do interior dos vasos foram controladas semanalmente com arranquio manual, sendo as do entorno dos vasos com capina manual quinzenalmente. Não foram necessários procedimentos fitossanitários para controle de pragas e doenças. O controle da irrigação das mudas nos primeiros 30 dias foi efetuado semanalmente por aspersão manual, aplicando o volume de 0,001m.⁻³ por vaso. Após este período, considerando regime de chuvas com volume pluviométrico suficiente, não foi necessária irrigação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 6 tratamentos. A unidade experimental foi constituída por um vaso com 3 mudas cada com 3 repetições. Foram aplicados os seguintes tratamentos: controle (sem fertilização), FLC nas doses de 30, 60, 90 e 120g por cova de plantio e 40g por cova de diferente NPK de pronta solubilidade, conforme a interpretação da análise de solo e recomendação do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). Foram empregados fertilizante de liberação controlada fabricado por Compo GmbH & Co. KG (Alemanha), de marca comercial Basacote® 12M Plus, com formulação 15-08-12 (N₂-P₂O₅-K₂O) e fertilizante NPK de marca Fertipar com formulação 13-13-28 (N₂-P₂O₅-K₂O), cujas especificações das formulações químicas são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Características químicas de fertilizante de liberação controlada e convencional aplicado em cultivo vertical de batata-doce BRS Amélia.

Table 5 – Chemical characteristics of controlled and conventional release fertilizer applied in vertical cultivation of BRS Amélia sweet potato.

Tipo de Fertilizante	N (%)	P₂O₅ (%)	K₂O (%)	Mg (%)	S (%)	Fe (%)	B (%)	Cu (%)	Mn (%)	Mo (%)	Zn (%)
Liberação controlada	15,00	8,00	12,00	1,2	5,00	0,4	0,02	0,05	0,06	0,015	0,02
Convencional	13,0	13,00	28,00	-	2,00	-	-	-	-	-	-

Fonte: Compo Expert (2021) e Fertipar (2022).

O Basacote® Plus 12M, é um fertilizante complexo NPK de liberação controlada totalmente revestido por um polímero elástico que garante uma liberação uniforme de nutrientes por 12 meses (COMPO EXPERT, 2021).

Aos 180 dias após o plantio foram avaliadas as variáveis biométricas: H, DC, NF, NR, CR e CL, bem como os dados das variáveis de produção: BFPA, BSPA, BFR, BSR.

O CR e H (ambos em cm) foram aferidos com régua graduada e trena, medindo-as desde o colo até o ápice da planta (NEUMANN *et al.*, 2017). O número de ramificações e o NF foram contados individualmente.

O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital (mm) a 0,5cm do solo (ROSSA *et al.*, 2011). O teor de CL foi aferido em três folhas por planta, no terço médio, em três pontos da folha, sempre nos mesmos horários. Utilizou-se para avaliação o

clorofilômetro modelo SPAD 502 Plus - Soil Plant Analysis Development (SPAD, Minolta, Japão) (MARTINS *et al.*, 2010).

A figura 7 mostra a preparação do solo nos vasos, as mudas plantadas, a aferição da clorofila, a medição do parâmetro diâmetro do coleto, altura e a colheita da batata-doce BRS Amélia.

Figura 7 – Preparação do solo nos vasos de cultivo vertical (A), vaso com mudas plantadas (B), aferição da CL através do aparelho clorofilômetro (C), medição do diâmetro do coleto com paquímetro (D), medição da H (E), colheita batata-doce BRS Amélia(F).

Figure 7 – Soil preparation in vertical cultivation pots (A), pot with planted seedlings (B), chlorophyll measurement using a chlorophyll meter (C), collar diameter measurement with a caliper (D), height measurement (E), BRS Amélia sweet potato harvest (F).



Fonte: Os Autores (2020).

A parte aérea das plantas foi colhida a 5cm de H do solo, com auxílio de tesoura de poda e em seguida foram pesadas para determinação da BFPa. As raízes foram colhidas com pá de jardim e lavadas com escova. Após este procedimento foram pesadas.

Para a secagem da biomassa das folhas e raízes foi utilizado secador de circulação de ar forçado a 65°C até atingir peso constante (CONEGLIAN *et al.*, 2016).

Para comparação do fertilizante de alta solubilidade e FLC, os dados foram submetidos a ANOVA, seguido do teste de Tukey a 5% para comparação de médias,

utilizando-se o programa estatístico Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2016). Os dados referentes a diferentes doses de FLC foram submetidos à análise de regressão e calculadas as doses de máxima eficiência técnica.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Análise dos parâmetros de produção de batata-doce BRS Amélia com o uso de diferentes tecnologias de fertilização.

Os resultados das médias das variáveis de produção para BFPA, BSPA, BFR, BSR de batata-doce doce BRS - Amélia avaliadas aos 180 dias após o plantio, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias das variáveis de BFPA, BSPA, BFR e BSR de batata-doce BRS Amélia produzidas em sistema de cultivo vertical sob diferentes tecnologias de fertilização.

Table 6 – Averages of the variables of fresh shoot biomass (BFPA), dry shoot biomass (BSPA), fresh biomass of the root (BFR) and dry root biomass (BSR) of the BRS Amélia sweet potato root produced in vertical farming system, under different fertilization technologies.

Parâmetros de produção (após 180 dias)				
Doses de FLL	BFPA(g)	BSPA(g)	BFR(g)	BSR(g)
0g	1080,93Aa*	147,57Aa	832,33Ba	279,59ABa
30g	602,22Aa	106,80Aa	1025,16ABa	304,23ABa
60g	735,00Aa	106,97Aa	931,50ABa	303,16ABa
90g	1060,00Aa	143,65Aa	828,82Ba	260,03Ba
120g	800,83Aa	109,89Aa	1270,50ABa	272,91ABa
40g NPK	1016,66A	139,80A	1660,00A	478,50A
CV (%)	31,83	27,06	24,04	24,18

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

Letras maiúsculas para comparação de médias dos tratamentos de fertilizante de liberação controlada e NPK. Letras minúsculas para comparação de médias dos tratamentos com fertilizante de liberação controlada.

Observou-se que não houve resposta significativa para os parâmetros de produção BFPA, BSPA com a aplicação de FLC e do fertilizante NPK convencional (Tabela 6).

Para BFR, não houve resposta significativa com a aplicação de FLC. No entanto, o parâmetro BFR obteve melhor resultado com a aplicação de fertilizante NPK comparado a

aplicação das doses de FLC e um incremento de 49,8% comparado ao controle. Este resultado pode estar associado à disponibilidade de P e K. O uso de 28% de K presente na formulação pode inferir no aumento da produção de raízes. Esta resposta pode estar associada à absorção de nutrientes pelas raízes, principalmente de K, N, Ca, Mg e P (ECHER *et al.*, 2009). Estes nutrientes são responsáveis pelo aumento da produtividade nas hortaliças tuberosas, pois desempenham função importante na formação de raízes, favorecendo a formação e translocação de carboidratos e o uso eficiente da água (FILGUEIRA, 2013).

Considerando os resultados para BFR, Rós *et al.* (2011) observaram este efeito em mudas de batata-doce produzidas em bandejas, havendo um incremento de raízes com o aumento das doses de fertilização mineral.

O parâmetro BSR, obteve melhor resultado com a aplicação de fertilizante NPK comparado a aplicação das doses de fertilizantes de liberação controlada e um incremento de 41,5% comparado ao controle. Para BSR, não houve resposta significativa com a aplicação de FLC. Em trabalho desenvolvido por Cruz *et al.* (2016), a utilização do nutriente K aumentou a matéria seca da raiz tuberosa de batata-doce, indicando que a alta disponibilidade do P pode auxiliar na produção de BSR. Prado e Cecílio Filho (2016), mencionam que a deficiência de K apresenta correlação no resultado de menor massa seca de raiz. A alta disponibilidade de K no solo pode aumentar os valores de massa fresca e seca de raiz utilizando fertilizantes minerais. No que tange a função do K na produtividade de biomassa seca de raiz, este nutriente é considerado o cátion com maior facilidade de lixiviação devido à facilidade de percolação no solo, principalmente com o uso de fertilizantes solúveis convencionais (MORAES e DYNIA, 1992). Estudos de Auoada *et al.* (2008) e Wu *et al.* (2008), demonstram que 50 a 70% do P pode ser perdido por lixiviação, sendo necessária a aplicação de doses extras durante o cultivo, causando desperdício de fertilizante.

De modo geral, o uso do FLC não promoveu incrementos significativos em indicadores de crescimento vegetativo de batata-doce BRS Amélia cultivada em sistema vertical. A dose de 40g por cova de plantio de fertilizante NPK convencional resultou em

maiores biomassa fresca de raiz e biomassa seca de raiz quando comparada ao tratamento sem fertilização.

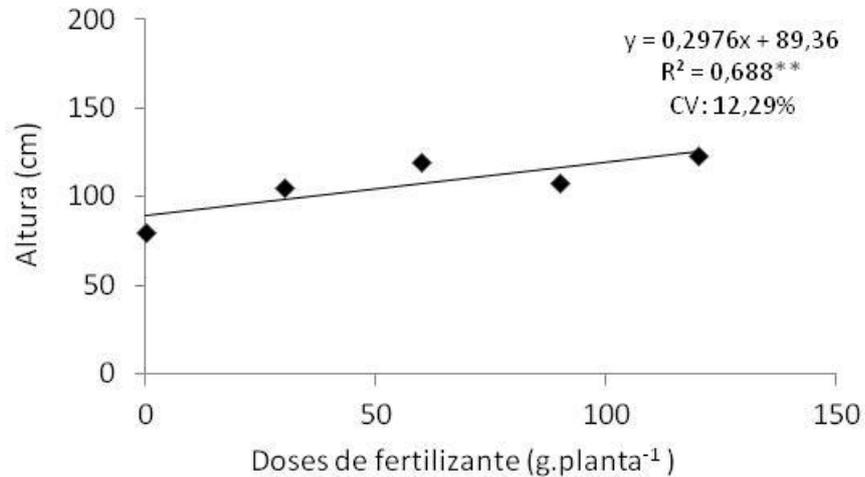
4.3.2 Análise dos parâmetros biométricos de batata-doce BRS Amélia com o uso de diferentes tecnologias de fertilização.

De acordo com a análise de regressão, houve efeito significativo do FLC para todos os parâmetros biométricos avaliados. Nestas condições, o FLC demonstrou potencial de uso para produção de batata-doce. Os modelos de regressão e respectivas equações e coeficientes de determinação (R^2) para os dados biométricos são apresentados nas Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

A H das plantas aumentou com as doses de FLC. O tratamento com 120g do fertilizante por cova resultou em plantas 35,5% maiores que o controle (Figura 8). Gomes *et al.* (2020), mencionam que o efeito do FLL, no aumento da H, pode ocorrer devido à disponibilidade de N, P e K ao longo do período de crescimento da planta. Resultados similares foram descritos por análises de Rossa *et al.* (2015b) com as espécies angico-vermelho e aroeira-vermelha com acréscimos na H com o uso de FLL comparado ao tratamento controle. A H está diretamente relacionada ao diâmetro e NF, quanto maior a planta, maior será o diâmetro e o NF (GUIMARÃES *et al.*, 2019). Para Marana *et al.* (2008), o incremento na H de plantas em função do aumento da dose do FLL está relacionado com o fornecimento do nutriente em proporções adequadas para cada etapa de desenvolvimento da planta, visto que a absorção de nutrientes não é constante ao longo do ciclo.

Figura 8 – Análise de regressão para H de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 8 – Regression analysis for height (H) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

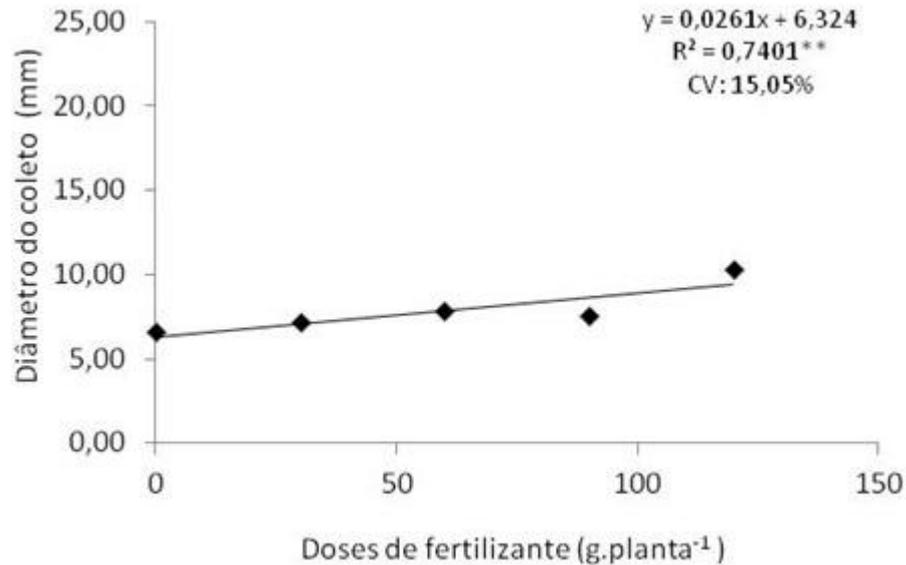
Isso pode ser explicado pela maior sensibilidade da H em relação à adubação nitrogenada (GOMES e PAIVA, 2006). Observando as formulações utilizadas, o N está presente em 13% na formulação NPK utilizada e 15% no FLC, oferecendo alta concentração de N para a planta. Os estudos de Hill *et al.* (1990), relatam que mesmo com baixo nível de matéria orgânica no solo, a exigência em N pela batata-doce é alta, embora a cultura consiga produzir em solos de baixa fertilidade.

O FLL proporcionou incrementos na H em trabalhos de Rossa *et al.* (2011) e Rossa *et al.* (2013b) com espécies florestais. A literatura também constata que FLL causam aumento na H em outros estudos com mudas de espécies florestais (DUTRA *et al.*, 2016; ZAMUNÉR *et al.*, 2012; LANG *et al.*, 2011; BRONDANI *et al.*, 2008). A H da planta é uma das principais características biométricas utilizadas na avaliação do crescimento de plântulas.

O FLC promoveu incrementos significativos no diâmetro do coleto de batata-doce BRS Amélia (Figura 9).

Figura 9 – Análise de regressão para DC de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 9 – Regression analysis for collar diameter (DC) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



*Significativo a 1% de probabilidade.

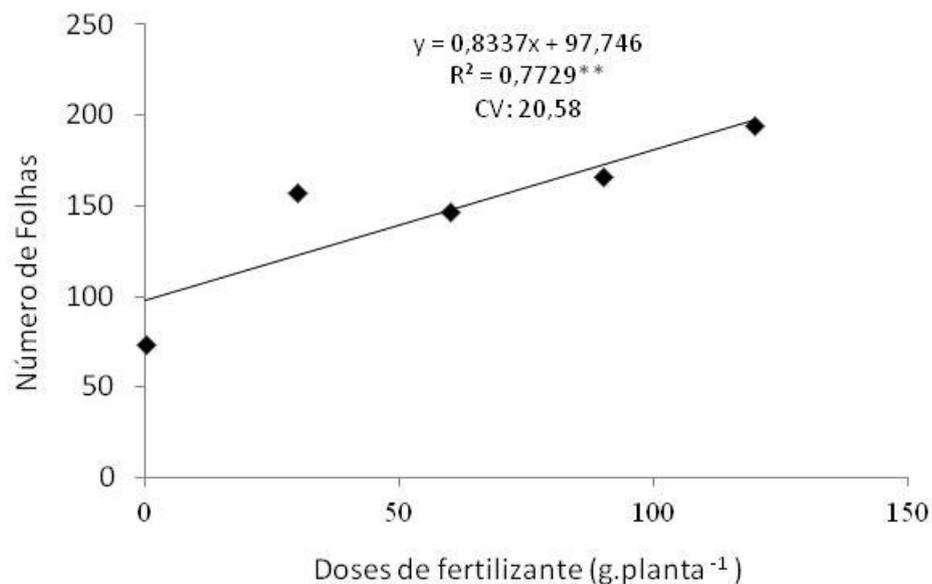
Fonte: Os Autores (2022)

O DC aumentou com a utilização do FLC. O diâmetro do coleto aumentou com a aplicação do FLC até um máximo de 10,33mm, correspondente a dose de 120g por cova de plantio, obtendo um aumento de 36,1% quando comparadas com as plantas que não receberam fertilização (Figura 9). Houve resposta significativa no aumento no diâmetro do coleto com o aumento da dosagem de FLL em mudas de açazeiro solteiro (ALMEIDA *et.al.*, 2018). Resultado semelhante ocorreu na avaliação de Rossa *et al.* (2015b) com mudas de angico-vermelho, havendo um acréscimo em seu crescimento comparado ao tratamento sem o uso de fertilização. O DC de mudas de nêspera em estudos de Gomes *et al.* (2020), também obteve um aumento linear em resposta a utilização de FLC em comparação com o tratamento controle. Já Brisset *et al.* (1991), identificaram que o DC está diretamente relacionado ao potencial de crescimento radicular em mudas florestais. Portanto, pode-se inferir que o uso de FLC favorece o tamanho do diâmetro do coleto e o crescimento de raízes de batata-doce.

O FLC também promoveu resultados significativos no NF de batata-doce BRS Amélia (Figura 10). Resultado semelhante foi encontrado pelos estudos de Rós *et al.*, (2017) com produção de mudas de batata-doce em bandeja.

Figura 10 – Análise de regressão para NF de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 10 – Regression analysis for the number of leaves (NF) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

O maior resultado para a variável NF na maior dosagem de FLL foi verificado em estudos de Bachião *et al.* (2018) em mudas de cafeeiro.

Em estudo avaliando os parâmetros biométricos da cana-de-açúcar em função de diferentes níveis de adubação, Freitas *et al.* (2013) afirmam que quanto maior a dose de N, maior o NF. O N estimula o crescimento vegetativo, resultando em maior NF por planta e aumento do diâmetro da parte aérea (NUNES *et al.*, 2016).

Em trabalhos de Freitas *et al.* (2011) com mudas de abacaxi micropropagado, também houve diferença significativa no NF em comparação ao tratamento sem fertilização. Respostas positivas com do NF com a aplicação de doses de FLL também foram encontrados em mudas de cafeeiro por Melo *et al.* (2001) e por Rós *et al.* (2014) com mudas de batata-doce.

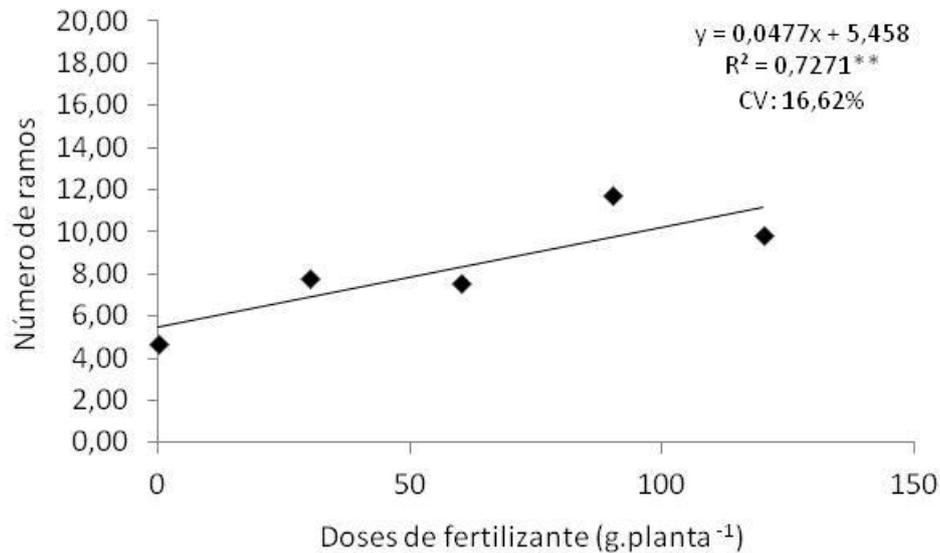
Em estudos de Rós *et al.* (2011), houve aumento linear no NF de mudas de batata-doce em bandeja com aumento na dose de FLL. A liberação controlada no uso do fertilizante favoreceu o crescimento de novas folhas. Estudos de Nunes *et al.* (2016) e Gomes *et al.* (2017a), demonstram que o crescimento do NF e de H é maior quando o solo apresenta alta fertilidade, principalmente em solos com alto teor de P e K, e o suprimento destes minerais pelo FLC pode estar relacionado ao incremento dessas variáveis nas plantas de batata-doce BRS Amélia.

Outros pesquisadores verificaram, também, que o uso de FLL proporcionou maiores valores para o diâmetro do caule e NF. Yamanishi *et al.* (2004) também encontraram valores de diâmetro de caule e número e folhas maiores em mudas de mamoeiro submetidos a FLC, assim como Tubaldini (1997), obteve melhores resultados em mudas de cafezeiro para as características diâmetro do caule e número de pares de folhas.

O NR respondeu significativamente ao FLC utilizado em batata-doce BRS Amélia (Figura 11).

Figura 11 – Análise de regressão para NR de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 11 – Regression analysis for the number of branches (NR) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

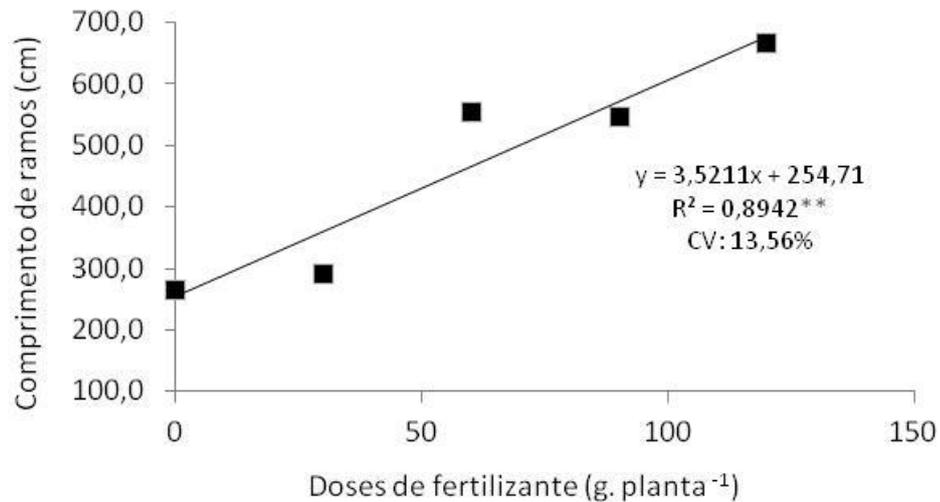
Para a variável NR, estimou-se uma dose de 90g por cova de plantio de FLC representando o valor em que as plantas de batata-doce apresentaram maior incremento para esta variável. Esses resultados podem indicar que o uso do FLC em solos férteis pode interferir no crescimento de NR de batata-doce BRS Amélia conforme a dosagem de fertilizante aplicado. Em estudos de Marques *et al.* (2013), observaram que para as características morfológicas relacionadas ao desenvolvimento do cafezeiro, a adubação feita com FLC foi a que apresentou resultados superiores ocorrendo um maior NF e maior NR. Echer *et al.* (2009), citam que o N é o nutriente mais absorvido, tanto pelas folhas e ramos quanto pelas raízes de batata-doce, podendo indicar que o nutriente N na porcentagem fornecida pelo fertilizante incrementou o crescimento de NR em batata-doce. Contudo, em solos bastante férteis há um intenso crescimento da parte aérea pela ocorrência da formação de raízes tuberosas (CORREA, 2016).

Ao observar a resposta do CR, houve diferença significativa entre os tratamentos submetidos às diferentes doses de FLC (Figura 12).

Figura 12 – Análise de regressão para CR de batata-doce BRS Amélia, submetidos a

diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 12 – Regression analysis for length of branches (CR) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

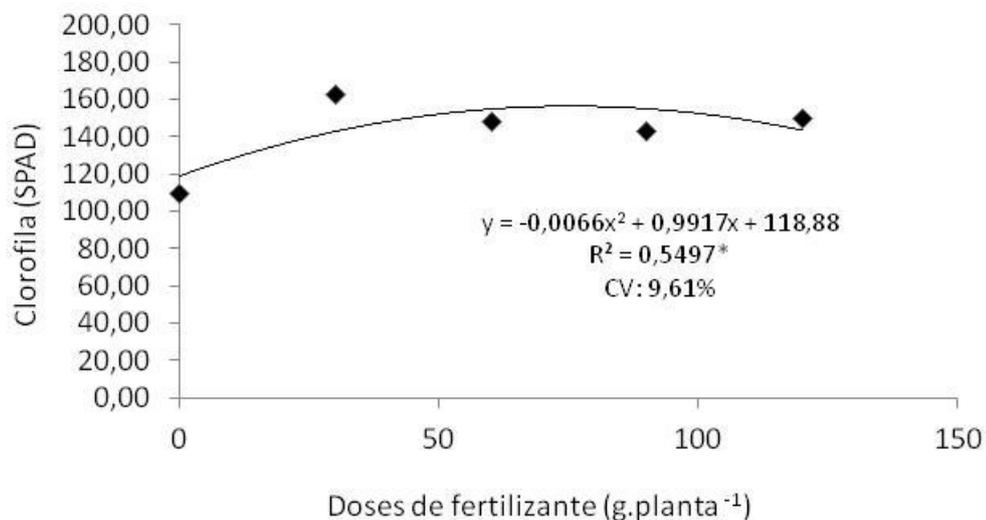
O tratamento com 120g por cova do FLC resultou em plantas 60% maiores que o controle, sendo que o solo já apresentava características químicas favoráveis antes do plantio. Na pesquisa de Franco *et al.* (2019) afirmam que o uso de fontes de liberação lenta promove melhor crescimento dos ramos do cafeeiro.

Araújo *et al.* (2005), apontam que o CR de maracujazeiro aumentou, significativamente, com o aumento da concentração de K. O K é o principal nutriente relacionado ao alongamento de células em tecidos de crescimento vegetativo. Com o uso do FLL, o K fica disponível no solo por um tempo maior causando menos perda de nutrientes por lixiviação comparando a outros tipos de fertilizantes (BLEY *et al.*, 2017). A presença de altos índices de K no solo antes do plantio e a aplicação de FLC com 12% de K na formulação e do NPK apresentando 15% de K pode ser considerado um indicativo do aumento de CR em batata-doce BRS Amélia.

Avaliando a CL é possível observar que esta variável apresentou um comportamento quadrático de crescimento de índice em relação às doses de FLC, demonstrando que a CL atingiu o máximo índice de crescimento em função das doses de adubo (Figura 13).

Figura 13 – Análise de regressão para CL de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo vertical. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 13 – Regression analysis for chlorophyll (CL) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in vertical farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



*Significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

As CL, são moléculas formadas por um átomo central de magnésio, ligado a 4 outros de N. Assim, existe uma correlação entre as concentrações de CL e o estado nutricional da planta (SANTOS e CASTILHO, 2015).

Para a variável CL, averigua-se que a planta atingiu maior índice SPAD com a dose de 30g por cova de FLC comparado ao tratamento controle. Resultado semelhante foi observado em estudos de Santos *et al.* (2018), com resultados significativos para CL com o uso do FLL, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, sendo que a testemunha apresentou menor valor.

O FLC propõe a planta tratada um fornecimento contínuo de nutrientes que são importantes para formação da CL, como o N e o Mg, elementos importantes para o aumento da pigmentação e formação da CL favorecendo a sua biossíntese (TAIZ *et al.* 2017). O adubo utilizado apresentava 15% de N e 1,2% de Mg em sua composição, o que pode ter

proporcionado o incremento no teor foliar de CL. Taiz e Zeiger (2017), afirmam que as CL são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia química e, quanto maior a concentração desses pigmentos, maior a capacidade da planta de fotossintetizar carboidratos.

No entanto, o resultado da CL diminuiu com o aumento da dose de FLC. A alta concentração de K limita a absorção de Mg pela planta (SENBAYRAM *et al.* 2015). Já a diminuição dos níveis de CL é geralmente indicado pela deficiência de Mg, elemento considerado como constituinte estrutural da molécula de CL (CAKMAK e YAZICI, 2010). Esta resposta pode estar associada ao excesso de fertilizante, principalmente ao K, segundo nutriente em maior abundância no fertilizante utilizado.

Os resultados apresentados neste estudo demonstram o potencial de incremento produtivo da cultivar BRS Amélia, em sistemas alternativos de produção como o vertical, associados a prática de adubação do solo com fertilizantes convencionais e de FLC. Futuros estudos são necessários para o desenvolvimento de tecnologias de fertilização específicos para determinação de doses de máxima eficiência técnica.

4.4 Conclusão

A aplicação do FLC promoveu o incremento em H, diâmetro do coleto, NF, NR, CR e CL em plantas de batata-doce BRS Amélia. A aplicação de base do FLC não apresentou efeitos significativos para os parâmetros BFPA, BSPA, BFR e BSR. A dose de 40g por cova de plantio de fertilizante NPK convencional resultou em maiores biomassa fresca de raiz e biomassa seca de raiz quando comparada ao tratamento sem fertilização no cultivo de batata-doce em sistema vertical.

5 FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO HORIZONTAL¹

MINERAL FERTILIZATION IN THE DEVELOPMENT OF BRS AMÉLIA SWEET POTATOES IN HORIZONTAL CULTIVATION

Resumo

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é considerada uma hortaliça rústica, de ampla adaptabilidade em diferentes tipos de clima e solo cultivada, principalmente, por agricultores familiares em todas as regiões brasileiras. Apresenta potencial bioativo e nutricional acarretando benefícios a saúde humana. O interesse por batata-doce coloridas, ricas em carotenóides e antocianinas, vem crescendo, com o intuito de proporcionar a erradicação de carências nutricionais e a segurança alimentar. As cultivares que apresentam altos índices nutricionais são consideradas biofortificadas. A cultivar BRS Amélia foi lançada pela EMBRAPA Clima Temperado no ano de 2011, é rica em provitamina A (4,7mg.100g de polpa), sendo fonte de proteínas, antocianinas e de energia em virtude dos altos teores de açúcares na forma de amido e glicose. A pesquisa do desenvolvimento agrônômico de variedades de batata-doce a campo para selecionar genótipos mais produtivos em determinadas regiões faz-se necessário, principalmente, utilizando cultivares biofortificadas. Nesse sentido, diversos estudos vêm sendo realizados com os adubos de fertilização lenta ou controlada, buscando o aprimoramento tecnológico e formulações mais eficientes para utilização em diferentes culturas. Este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de batata-doce BRS Amélia submetida a diferentes doses de fertilização mineral para elucidar se há vantagens na utilização de fertilizante de liberação controlada (FLC) em sistema de produção horizontal. As mudas receberam diferentes doses de FLC: 0,0 (controle); 30; 60; 90; 120g e uma dose de 40g por cova de NPK 13-13-28 de pronta solubilidade. Aos 180 dias os dados de parâmetros biométricos e de produção foram coletados e submetidos à análise de variância, seguida pelo teste de Tukey a 5% para separação e comparação das médias e, posteriormente, análise de regressão. A aplicação do FLC apresentou efeito positivo na produção da cultivar estudada, favorecendo o desempenho das plantas e promovendo o incremento especialmente em número de ramos, clorofila, diâmetro do coleto e área foliar em plantas de batata-doce BRS Amélia. A aplicação de base do FLC apresentou efeito positivo na produção da cultivar estudada. A dose de 90g por cova de plantio resultou em

¹ Proposta de submissão de artigo para RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, UNICESUMAR: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/issue/view/171>

maiores respostas para biomassa fresca da parte aérea e biomassa seca da parte aérea e 120g por cova de plantio para biomassa seca da raiz quando comparadas aos tratamentos com fertilização controlada. As respostas foram superadas pelo uso do fertilizante NPK convencional na dose de 40g por cova para os parâmetros biomassa fresca da parte aérea, biomassa seca da parte aérea e biomassa fresca da raiz no cultivo de batata-doce em sistema horizontal.

Palavras-chave: fertilizante de liberação controlada, *Ipomoea batatas*, nutrição vegetal.

Abstract

Sweet potato (*Ipomoea batatas*) is considered a rustic vegetable, with wide adaptability in different types of climates and soil, cultivated mainly by family farmers in all Brazilian regions. It has bioactive and nutritional potential, bringing benefits to human health. Interest in colored sweet potatoes, rich in carotenoids and anthocyanins, has been growing, with the aim of providing the eradication of nutritional deficiencies and food security. The cultivars that present high nutritional indexes are considered biofortified. The cultivar BRS Amélia was launched by EMBRAPA Clima Temperado in 2011, it is rich in provitamin A (4.7mg.100g of pulp), being a source of protein, anthocyanins and energy, due to the high levels of sugars in the form of starch and glucose. Research on the agronomic development of sweet potato varieties in the field to select more productive genotypes in certain regions is necessary, mainly using biofortified cultivars. In this sense, several studies have been carried out with fertilizers of slow or controlled fertilization, seeking technological improvement and more efficient formulations for use in different cultures. This study aimed to evaluate the growth of sweet potato BRS Amélia submitted to different doses of mineral fertilization to elucidate whether there are advantages in the use of controlled-release fertilizer in a horizontal production system. The seedlings received different doses of controlled-release fertilizer: 0.0 (control); 30; 60; 90; 120g and a dose of 40g per planting hole of readily soluble NPK 13-13-28. At 180 days, biometric and productivity parameters data were collected and submitted to analysis of variance, followed by the Tukey test at 5% for separation and comparison of means and, later, the data were submitted to regression analysis. The application of the controlled-release fertilizer had a positive effect in the production of the studied cultivar, favoring the performance of the plants and promoting an increase in the number of shoots, chlorophyll, collar diameter and leaf area in BRS Amélia sweet potato plants. The base application of the controlled-release fertilizer had a positive effect on the production of the studied cultivar. The dose of 90g per planting hole resulted in higher responses for fresh shoot biomass and shoot dry biomass and 120g per planting hole was best for root dry biomass when compared to treatments with controlled fertilization. The responses were overcome by the use of conventional NPK fertilizer at a dose of 40g per hole for the parameters fresh shoot biomass, shoot dry biomass and fresh root biomass for sweet potato cultivated in a horizontal system.

Keywords: controlled-releaser fertilizer; *Ipomoea batatas*; plant nutrition.

5.1 Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é considerada uma hortaliça rústica, de ampla adaptabilidade em diferentes tipos de clima e solo cultivada principalmente por agricultores familiares em todas as regiões brasileiras (CAVALCANTE *et al.*, 2006; VIZZOTTO *et al.*, 2018).

Apresenta potencial bioativo e nutricional acarretando benefícios a saúde humana (CAMIRE *et al.*, 2009). O interesse por batata-doce coloridas ricas em carotenóides e antocianinas vem crescendo, com o intuito de proporcionar a erradicação de carências nutricionais e a segurança alimentar (KEHOE *et al.*, 2015).

A diversidade genética da batata-doce é ampla com diferentes cores de casca, de polpa e de valores nutricionais. No entanto, as cultivares que apresentam altos índices nutricionais são consideradas biofortificadas. A cultivar BRS Amélia foi lançada pela EMBRAPA Clima Temperado no ano de 2011, é rica em provitamina A (4,7mg.100g de polpa), sendo fonte de proteínas, antocianinas e de energia em virtude dos altos teores de açúcares na forma de amido e glicose. Além da utilização da raiz para alimentação humana e animal, é possível utilizar as folhas para alimentação humana e as ramas para alimentação animal (EMBRAPA, 2020).

A diversidade genética entre as cultivares de batata-doce é considerável em diversas regiões produtoras do Brasil. Diferentes genótipos são cultivados, havendo necessidade da determinação de melhores recomendações técnicas para o cultivo da batata-doce nas regiões produtivas (AMARO *et al.*, 2017). No entanto, a falta de aplicação de tecnologia para adubação mineral, é um dos principais fatores de baixa produtividade da cultura, tornando necessárias melhores técnicas de produção. A adubação é um fator essencial sobre o sistema de produção, podendo proporcionar melhorias na quantidade e qualidade da produção desde que seja utilizada de forma adequada (SILVA *et al.*, 2015).

Para Nunes *et al.* (2009), a pesquisa do desenvolvimento agrônomo de variedades de batata-doce a campo com o propósito de selecionar genótipos mais produtivos em determinadas regiões faz-se necessário, principalmente utilizando cultivares biofortificadas.

Considerando os cultivos agrícolas, estudos realizados por Zheng *et al.* (2016) mostram que o uso do FLL aumenta a produtividade, diminui a mão de obra com a sua aplicação onde, além de outros fatores, faz aumentar o lucro líquido para os produtores. Nesse sentido, diversos estudos vêm sendo realizados com os adubos de fertilização lenta ou controlada, buscando o aprimoramento tecnológico e formulações mais eficientes para utilização em diferentes culturas (CHEN *et al.*, 2018).

Considerando as diversas pesquisas encontradas, o uso desta tecnologia de fertilização vem aumentando mundialmente. A função deste fertilizante é liberar nutrientes de maneira gradativa para as plantas, com absorção prolongada de nutrientes (YAMAMOTO *et al.*, 2016). Desta forma, os FLL ou FLC podem ser utilizados para diversas culturas agrícolas. Além de ganhos econômicos, estes tipos de fertilizantes fornecem ganhos ambientais, pois reduzem a volatilização da amônia e a perda de nutrientes por lixiviação, acarretando menor acúmulo no ecossistema. Apesar de seus benefícios, estes fertilizantes têm um maior custo de aquisição, comparado aos adubos prontamente solúveis, requerendo estudos para determinar melhores práticas agrícolas e adequação das doses nos diferentes sistemas de cultivos, otimizando o seu uso e garantindo produtividade (CUNHA *et al.*, 2021).

De acordo com Floss (2006), os produtores podem ser considerados protagonistas para a prática do conhecimento relacionados à nutrição das plantas, pois cada estágio de crescimento da planta, com o uso da tecnologia de fertilização, é responsável para a maximização da produção.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de batata-doce BRS Amélia submetida a diferentes doses de fertilização mineral para elucidar se há vantagens na utilização de FLC em sistema de produção horizontal.

5.2 Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido em condições de campo, em propriedade rural, no município de Massaranduba, Santa Catarina, Brasil, localizada sob as coordenadas geográficas 26°34'30,64"S latitude e 48° 55'01,42"W longitude e 362 m.s.n.m. de altitude.

O clima da região é subtropical úmido com verões quentes sendo classificado como Cfa no sistema de classificação de Köppen (KÖPPEN, 1931). No decorrer do experimento a temperatura máxima registrada foi de 39,3°C e a mínima 9,98°C.

Para a implantação do cultivo horizontal, amostras compostas de solo foram coletadas de 0 a 20cm de profundidade e encaminhadas para laboratório de análise, cujos resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Características granulométricas e químicas do solo agrícola da área de condução dos experimentos de produção de batata-doce BRS Amélia em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba (SC), 2020.

Table 7 – Chemical and granulometric characteristics of the agricultural soil in the area of the BRS Amélia sweet potato production experiments in a horizontal cultivation system. Massaranduba (SC, Brazil), 2020.

GRANULOMETRIA										
Argila		Areia		Silte		Tipo solo				
g kg ⁻¹										
23,1		48,8		28,1		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	mg/dm ³	cmol _c /dm ³				%
6,6	6,7	111,3	2	0,0	156,4	8,2	4,1	1,9	12,6	86,9

Fonte: EPAGRI (2020).

Os resultados obtidos na análise física do solo caracterizando-o, de acordo com a Instrução Normativa n° 2, de 9 de outubro de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como solo do tipo 2, definidos por solos de textura média, com teor mínimo de 15% de argila e menor do que 35%, nos quais a diferença entre o percentual de areia e o percentual de argila é menor do que 50 (MAPA, 2008). Portanto, segundo a classificação proposta por Santos *et al.* (2015), o solo de cultivo foi identificado como classe

textural franco argilo arenosa. A partir dos resultados do pH do solo analisados, não houve necessidade de calagem que apresentou pH SMP e CaCl_2 de 6,7 e 6,6 respectivamente.

A implantação do experimento foi realizada no dia 20 de outubro de 2020.

O terreno, primeiramente, foi arado com microtrator. Após, o microtrator preparou 18 leiras para receber as mudas. Cada leira com 0,50m de H e 6,5m de comprimento com distanciamento de 1,5m entre elas.

Desta forma, um total de 18 unidades experimentais foi utilizado no experimento. Em cada unidade experimental foram feitas 3 covas com profundidade de 0,10m cada. Cada cova recebeu a respectiva dose de tratamento e, em seguida, 1 muda por cova foi plantada, no espaçamento de 0,8m entre mudas. As 3 covas em cada unidade experimental foram submetidas a mesma tecnologia de fertilização. Além das 3 covas fertilizadas, cada unidade experimental recebeu 2 mudas para bordadura em cada lado das 3 covas fertilizadas, totalizando 126 mudas no experimento.

As mudas apresentavam de 4 a 5 folhas e altura, aproximada, de 0,20m. Foram produzidas pela empresa CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal™, através da técnica de cultura de tecidos por micropropagação.

Durante o período de condução do experimento as plantas daninhas do local foram controladas semanalmente com capina e arranquio manual. Também foi realizada a roçada no local do experimento 1 mês antes da colheita. Não foram necessários procedimentos fitossanitários para controle de pragas e doenças. O controle da irrigação das mudas nos primeiros 30 dias foi efetuado, semanalmente, por aspersão manual, aplicando o volume de $0,005\text{m}^{-3}$ por unidade experimental. Após este período, considerando regime de chuvas com volume pluviométrico suficiente, não foi necessária a técnica de irrigação suplementar.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 6 tratamentos. A unidade experimental apresentou 3 mudas cada com 3 repetições. Foram aplicados os seguintes tratamentos: controle (sem fertilização), fertilizante de liberação controlada nas doses de 30, 60, 90 e 120g por cova de plantio e 40g por cova de diferente NPK de pronta solubilidade, conforme a interpretação da análise de solo e recomendação do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC,

2004). Foram empregados FLC fabricado por Compo GmbH & Co. KG (Alemanha), de marca comercial Basacote® 12M Plus, com formulação 15-08-12 e fertilizante NPK de marca Fertipar com formulação 13-13-28, cujas especificações das formulações químicas são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Características químicas do fertilizante de liberação controlada e convencional aplicado em cultivo horizontal de batata-doce BRS Amélia.

Table 8 – Chemical characteristics of controlled and conventional release fertilizer applied in horizontal cultivation of BRS Amélia sweet potato.

Tipo de Fertilizante	N (%)	P₂O₅ (%)	K₂O (%)	Mg (%)	S (%)	Fe (%)	B (%)	Cu (%)	Mn (%)	Mo (%)	Zn (%)
Liberação controlada	15,00	8,00	12,00	1,2	5,00	0,4	0,02	0,05	0,06	0,015	0,02
Convencional	13,0	13,00	28,00	-	2,00	-	-	-	-	-	-

Fonte: Compo Expert (2021) e Fertipar (2022).

O Basacote® Plus 12M, é um fertilizante complexo NPK de liberação controlada totalmente revestido por um polímero elástico que garante uma liberação uniforme de nutrientes por 12 meses através de um processo de difusão que garante às exigências das culturas (COMPO EXPERT, 2021).

Aos 180 dias após o plantio foram avaliadas as variáveis biométricas: H, DC, NF, NR, CR, CL e AF, bem como os dados das variáveis de produção: BFPA, BSPA, BFR, BSR.

O CR e H (ambos em cm) foram aferidos com régua graduada e trena, medindo-as desde o colo até o ápice da planta (Neumann *et al.*, 2017). O número de ramificações e o NF foram contados individualmente.

O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital (mm) a 0,5cm do solo (ROSSA *et al.*, 2011). O índice de CL foliar foi verificado em três pontos de cada folha da planta. Utilizou-se para avaliação clorofilômetro modelo SPAD 502 Plus - Soil Plant Analysis Development (SPAD, Minolta, Japão) (MARTINS *et al.*, 2010).

A coleta de folhas a campo, para análise da AF, ocorreu através da escolha de 3 folhas por planta de cada tratamento, com tamanho médio semelhante. As folhas foram rompidas na base foliar com tesoura de poda. Após a coleta, foram acondicionadas em envelopes de papel pardo, devidamente identificadas. A AF específica foi estimada por imagem digital utilizando o *Software Image J*, que calcula a área de cada elemento que

compõe a imagem, os pixels, tornando possível a determinação da área de cada folha. O método utilizado de imagem digital consistiu em dispor em cima do vidro do *scanner* da impressora modelo HP OfficeJet Pro 9010, as 3 folhas de batata-doce juntamente com medida escalonada e o uso de um fundo preto e fosco para controle da entrada de luz. Após scanear e identificar todas as imagens separadamente, estas foram destinadas para leitura no programa Image J para cálculo da área (Figura 14).

Figura 14 – Imagem de folhas de batata-doce BRS Amélia capturadas por scanner (A) Cálculo da AF de batata-doce BRS Amélia utilizando o Programa Image J (B), Unidade experimental (C), batata-doce BRS Amélia (D), Corte transversal apresentando a coloração da polpa batata-doce BRS Amélia (E).

Figura 14 – Image of BRS Amélia sweet potato leaves captured by scanner (A) Calculation of the BRS Amélia sweet potato leaf area using the Image J software (B), Experimental unit (C), BRS Amélia sweet potato (D), Cross section showing the color of the BRS Amélia sweet potato pulp (E).



Fonte: Os Autores (2020)

A parte aérea das plantas foi colhida a 5cm de H do solo, com auxílio de tesoura de poda e, em seguida, foram pesadas para determinação da BFPa.

As raízes foram colhidas com pá cortadeira e lavadas com escova. Após este procedimento foram pesadas.

Para a secagem da biomassa das folhas e raízes foi utilizado secador de circulação de ar forçado a 65°C até atingir peso constante (CONEGLIAN *et al.*, 2016).

Para comparação do fertilizante de alta solubilidade e fertilizante de liberação controlada, os dados foram submetidos a ANOVA, seguido do teste de Tukey a 5% para comparação de médias, utilizando-se o programa estatístico Assisat (SILVA e AZEVEDO, 2016). Os dados referentes a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada foram submetidos à análise de regressão.

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Análise dos parâmetros de produção de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilização mineral.

Os resultados das médias das variáveis de produção para BFPA, BSPA, BFR, BSR de batata-doce BRS Amélia avaliadas aos 180 dias após o plantio, são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Médias das variáveis de BFPA, BSPA, BFR e BSR de batata-doce BRS Amélia produzidas em sistema de cultivo horizontal, sob diferentes doses de fertilização.

Table 9 – Averages of the variables of fresh shoot biomass (BFPA), dry shoot biomass (BSPA), fresh biomass of the root (BFR) and dry root biomass (BSR) of the BRS Amélia sweet potato root produced in horizontal farming system, under different fertilization technologies.

Parâmetros de produção (após 180 dias)				
Doses de FLL	BFPA(g)	BSPA(g)	BFR(g)	BSR(g)
0 g	1203,33Cc	243,38Cb	2797,50ABa	467,27ABab
30g	1821,67Bb	338,13BCab	1604,75Ba	334,32ABb
60g	1770,00Bb	320,21BCb	1251,00Ba	295,83ABb
90g	2204,16Aa	447,95ABa	1941,66ABa	412,56ABab
120g	1594,44Bb	350,87BCab	1756,66Ba	594,70Aa
40g NPK	2415,00A	528,63A	3330,00A	263,20B
CV (%)	6,60	12,39	36,39	28,34

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

Letras maiúsculas para comparação de médias dos tratamentos de fertilizante de liberação controlada e NPK. Letras minúsculas para comparação de médias dos tratamentos com fertilizante de liberação controlada.

Observou-se que não houve resposta significativa para o parâmetro de produção BFR com a aplicação de FLC. Todavia, a aplicação de 40g do fertilizante NPK convencional promoveu maiores valores de biomassa seca da parte aérea e BFR quando comparado ao tratamento sem fertilização e tratamentos com FLC. No entanto, apresentou o menor valor para a variável BSR.

O parâmetro BFPA obteve melhor resultado com a aplicação de 90g por cova de FLC em comparação as doses aplicadas de fertilizante de liberação controlada, que não obtiveram resultados significativos, havendo um incremento de 45,4% em comparação ao

controle. Já o tratamento com o uso de 40g por cova de NPK apresentou a mesma resposta comparada a dose de 90g por cova de fertilizante de liberação controlada e atingiu maior resultado comparado as demais dosagens de fertilizante aplicadas. Ainda apresentou uma taxa de 50,1% maior comparado ao tratamento controle. Resultado semelhante foi verificado por Rossa *et al.* (2015a), em mudas de *Eucalyptus grandis*, e Rossa *et al.* (2015b), havendo um incremento significativo de MFPA comparado ao tratamento controle, confirmando a necessidade de adubação.

Para BSPA, o tratamento de 90g de fertilizante de liberação controlada apresentou a melhor resposta em relação às demais dosagens aplicadas e atingiu um incremento de 45,6% comparado ao tratamento sem fertilização. O uso do NPK diferiu significativamente dos demais tratamentos e atingiu 53,9% com 528,63g em comparação com o tratamento controle que obteve 243,38g. Desta forma, houve uma resposta positiva com o uso dos dois tipos de fertilizantes. Resultados semelhantes foram encontrados através do estudo de Dutra *et al.* (2016), que obtiveram resultados positivos com o uso de FLL em mudas de canafíscula, mostrando que a massa seca aérea poderia ser alcançada em doses superiores de fertilização de liberação lenta. As respostas encontradas por Scivittaro *et al.* (2004), aferiram que os resultados da aplicação de FLL em porta-enxerto 'Trifoliata' foi superior ao tratamento controle e diferentes doses não diferiram estatisticamente nas demais doses avaliadas.

Para BFR, não houve efeito significativo entre as dosagens aplicadas com fertilizante de liberação controlada. Este resultado pode estar relacionado à quantidade de nutrientes disponíveis no solo. Estudos de Barcelos *et al.* (2007), abordam a importância de doses balanceadas para a adubação de batata-doce, havendo cuidado com altas dosagens, principalmente, de N e K.

No presente estudo, doses altas de K foram encontrados no solo antes do plantio. Tratando-se de BFR, o nutriente K apresenta decisiva influência na formação das raízes. Monteiro *et al.* (1997), afirmam que as respostas da adubação para a cultura da batata-doce é influenciada pelas condições do solo e disposição de nutrientes no solo.

Corroborando com o presente trabalho, Silva *et al.* (2013), não encontraram diferenças significativas na BFR com a aplicação de FLL em mudas de girassol ornamental. Ainda Dinalli *et al.* (2012) também não encontraram diferença significativa na aplicação do fertilizante em mudas de feijão mungo.

Diante destes resultados, o uso de FLC pode inibir o crescimento da biomassa fresca de raiz da batata-doce BRS Amélia em solos férteis. Já no uso do fertilizante NPK 13-13-28, houve significância para variável BFR comparado as dosagens de fertilização de liberação controlada e um incremento de 16% comparado ao tratamento controle, podendo indicar que a dosagem de 40g por cova obteve melhor resposta para a produção de BFR em batata-doce. Este resultado pode estar relacionado à possível lixiviação de K em sistema de cultivo horizontal, diminuindo o índice de K presente no solo e uma melhor resposta da biomassa fresca da batata-doce comparada ao uso de fertilizante de liberação controlada.

Para o parâmetro BSR, a dose de 120g por cova de fertilizante de liberação controlada com 594,70g, apresentou o maior resultado entre as doses aplicadas de fertilização controlada e uma taxa de 21,4% maior comparada com o tratamento controle. Resultado semelhante foi encontrado em estudo de Mendonça *et al.* (2004), em mudas de maracujazeiro amarelo, onde obteve-se maiores ganhos de matéria seca em maiores doses de FLC. Este comportamento pode ser atribuído à resposta positiva que a batata-doce apresenta com o FLC em estudo. Resultados semelhantes também foram verificados por Teixeira *et al.* (2009) em mudas de dendzeiros.

No entanto, a dosagem de 40g de NPK 13-13-28 por cova obteve o menor resultado (263,20g) comparado com as dosagens aplicadas de FLC, inclusive apresentando um valor 43,6% menor comparado ao tratamento controle que obteve 467,27g e 55,7% comparado ao maior resultado na maior dose.

Estudos realizados por Gomes *et al.* (2020), comprovaram respostas positivas do uso do FLC no acúmulo de BSR e da parte aérea em mudas de nespereira. Desta forma, pode-se considerar que o uso do FLC pode ser uma opção viável para a produção de batata-doce BRS Amélia. Esta indicação corrobora com estudos de Gomes *et al.* (2017b) com mudas de berinjela.

De modo geral, o uso do FLC promoveu incrementos significativos em indicadores de crescimento vegetativo de batata-doce BRS Amélia cultivada em sistema horizontal. A dose de 90g de fertilizante de liberação controlada por cova de plantio resultou em maiores biomassa fresca da parte aérea e biomassa seca de parte aérea e 120g por cova para BSR quando comparadas aos demais tratamentos, sendo, todavia, superados pelo uso do fertilizante NPK convencional na dose de 40g por cova para os parâmetros BSPA e BFR.

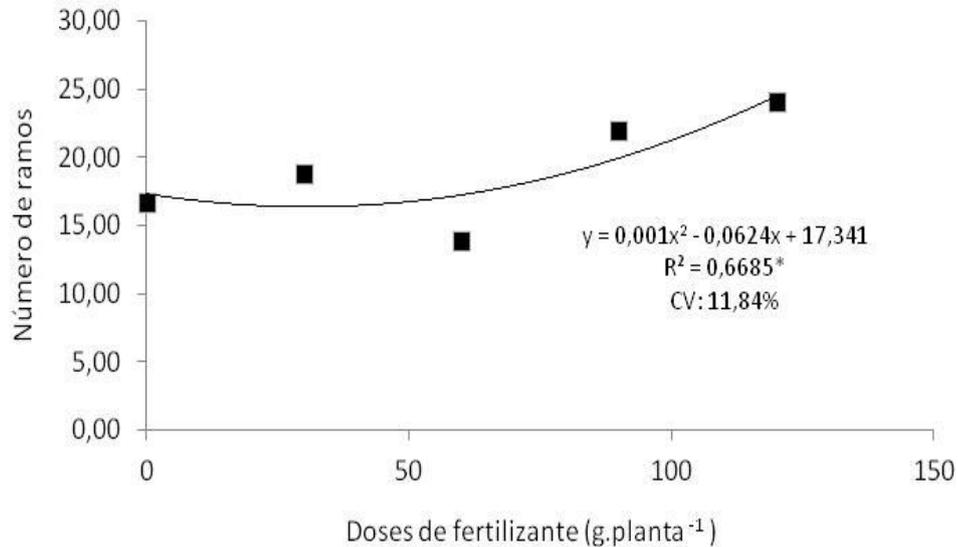
5.3.2 Análise dos parâmetros de biométricos de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilização mineral.

De acordo com a análise de regressão, houve efeito significativo do FLC para todos os parâmetros biométricos avaliados, exceto para H, NF e CR. Nestas condições, o FLC demonstrou potencial de uso para produção de batata-doce. Os modelos de regressão e respectivas equações e coeficientes de determinação (R^2) para os dados biométricos são apresentados nas Figuras 15, 16, 17 e 18.

O NR respondeu significativamente ao FLC utilizado em batata-doce BRS Amélia entre as diferentes dosagens aplicadas (Figura 15).

Figura 15 – Análise de regressão NR de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 15 – Regression analysis for number of branches (NR) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in horizontal farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



*Significativo a 5% de probabilidade.

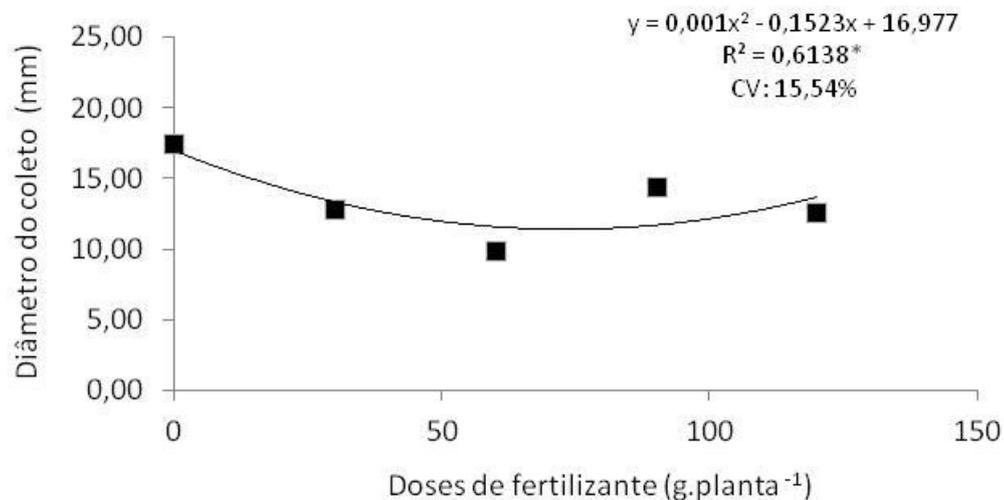
Fonte: Os Autores (2022)

O estudo apontou o tratamento com 120g por cova como a maior resposta no desenvolvimento do NR comparado com as dosagens aplicadas de FLC e um acréscimo de 30,6% comparado ao tratamento sem fertilização. O NR em trabalho de Santos *et al.* (2013) indicam que a adubação fosfatada promoveu efeito significativo para o NR em maracujazeiro amarelo. Segundo Cavalcante *et al.* (2003), o aumento da produção depende do aumento dos ramos produtivos e o nutriente P estimula o desenvolvimento radicular.

Com relação ao diâmetro do coleto, houve efeito significativo do FLC em comparação com o tratamento controle. Na Figura 16, é possível observar que a variável diâmetro do coleto apresentou um comportamento quadrático de crescimento em relação às doses de FLC, atingindo o valor mínimo de crescimento em função das respostas da aplicação das doses de adubação. O tamanho do diâmetro do coleto com a dose de 60g por planta de FLC, respondeu negativamente comparado ao tratamento controle, havendo um decréscimo de 43,4%. Este resultado corrobora com o estudo de Dinalli *et al.* (2012), onde mudas de feijão mungo apresentaram resposta negativa ao uso de FLL sendo o tratamento controle a melhor resposta comparada aos demais tratamentos. Estes resultados indicam a otimização no uso da técnica, sendo difícil a realização de uma recomendação padrão.

Figura 16 – Análise de regressão para DC de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 16 – Regression analysis for collect diameter (DC) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in horizontal farming system. Massaranduba – SC, 2021.



*Significativo a 5% de probabilidade.

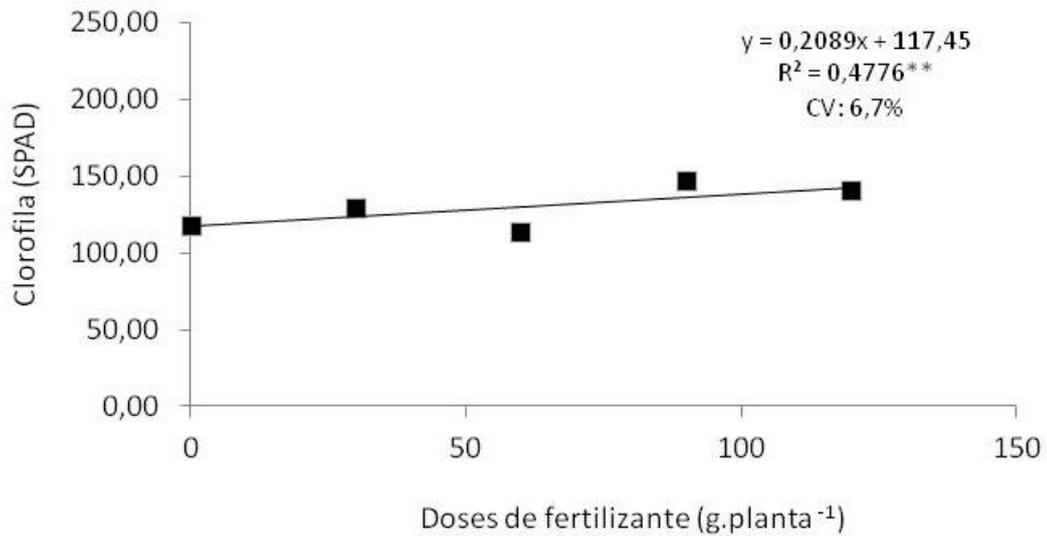
Fonte: Os autores (2022)

Este fato ilustra a necessidade do estudo de doses balanceadas considerando as exigências nutricionais de cada cultivar e as condições iniciais do solo.

Houve efeito significativo entre os resultados do parâmetro CL com as diferentes dosagens aplicadas de FLC (Figura 17).

Figura 17 – Análise de regressão para CL de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 17 – Regression analysis for chlorophyll (CL) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in horizontal farming system. Massaranduba – SC, 2021.



**Significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

Pela Figura 17, é possível observar que a planta apresentou maior resposta para CL na dosagem de 90g do FLC, uma taxa de 19,5% maior comparada ao tratamento controle. O fornecimento contínuo de nutrientes como N, Mg e Fe, presentes no FLC, são fundamentais para a formação de complexos de proteínas que levam a biossíntese da CL (TAIZ *et al.*, 2017). Este resultado demonstra os efeitos positivos do fertilizante em estudo no mecanismo fotossintético de plantas de batata-doce.

Para Gomes *et al.* (2020), a CL obteve resultados significativos com o uso de FLC, observando um aumento nos níveis de pigmentos seguido de uma diminuição, com resultado mais adequado que o controle. A diminuição da CL pode estar associado ao excesso de K e deficiência de Mg, nutriente esse fundamental para a formação da CL.

Houve efeito significativo entre os resultados do parâmetro área foliar com as diferentes dosagens aplicadas de fertilizante de liberação controlada.

Para a variável AF, o maior valor encontrado se deu com a aplicação de 120g por cova de FLC, representando um comportamento quadrático negativo, com maior área foliar nos extremos. Apresentando um indicativo de dose mínima de eficiência técnica. Nas doses intermediárias obteve-se menores resultados de AF comparados as doses das extremidades,

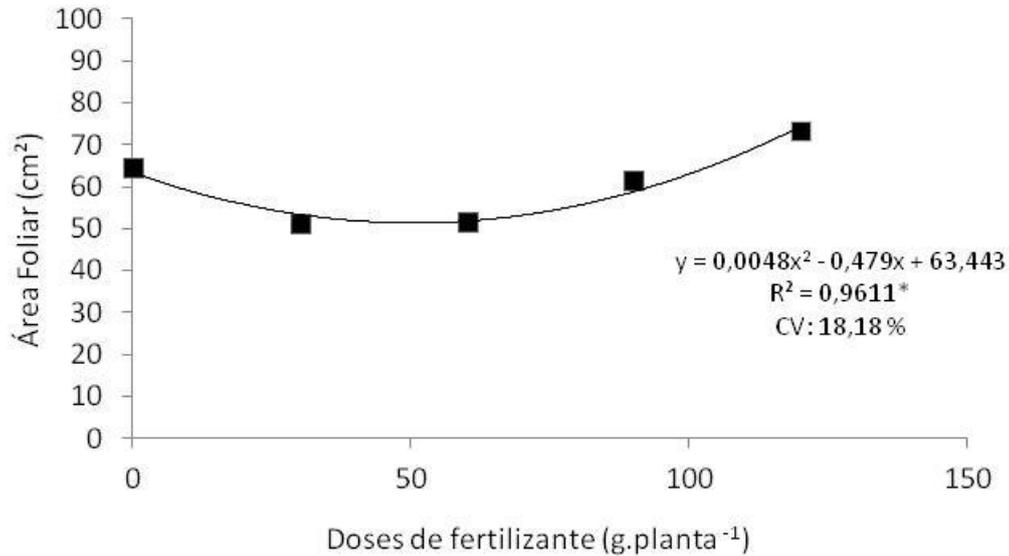
induzindo a possibilidade de maiores doses apresentarem melhores resultados. A menor média foi verificada com a dosagem de 30g por cova de plantio (Figura 18). Este resultado pode definir a necessidade de novos estudos para avaliação de melhores dosagens de FLC para AF no cultivo da batata-doce BRS Amélia.

Para Gomes *et al.* (2020) é através da AF que a planta captura a luz necessária para produzir a energia para fixar C e acumular biomassa, contribuindo assim para a realização da fotossíntese. A AF está diretamente relacionada à fotossíntese e ao crescimento vegetativo e, conseqüentemente, a capacidade de acumular biomassa (VIEIRA *et al.*, 2019). Este resultado parece inferir na resposta dos resultados da BSPA e BFR que apresentaram resultados significativos com o uso do fertilizante NPK 13-13-28.

O cultivo horizontal pode permitir melhores resultados de AF, uma vez que Vieira *et al.* (2019), apontam que, em áreas com pouca limitação de espaço, há mais disponibilidade de água e nutrientes podendo resultar em maiores resultados da expansão foliar. Já o FLC utilizado apresenta em sua formulação 15% de N. Este nutriente está ligado à síntese de CL, possibilitando o crescimento da AF (SANTOS *et al.*, 2017). O N encontrado no FLC utilizado para a batata-doce está possivelmente relacionado à resposta da área de foliar a este fertilizante, que evita a volatilização de amônia, havendo a absorção do N e o aumento da AF (EKBLADH *et al.* 2007).

Figura 18 – Análise de regressão para AF de batata-doce BRS Amélia, submetidos a diferentes doses de fertilizante de liberação controlada em sistema de cultivo horizontal. Massaranduba (SC), 2021.

Figure 18 – Regression analysis for leaf area (AF) of BRS Amélia sweet potatoes, submitted to different doses of controlled-release fertilizer in horizontal farming system. Massaranduba (SC, Brazil), 2021.



*Significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Os Autores (2022)

Resultados apresentados por Westhalen *et al.* (2019), apontam que a adubação convencional e controlada em áreas sombreadas de erva mate apresentou efeito significativo para AF. No entanto, o estudo mostra que a intensidade de luminosidade interfere no resultado da AF. Em ambientes mais luminosos, há uma tendência de diminuição da AF beneficiando o material foliar que fica menos exposto a danos causados pelo excesso de luz (CLAUSEN, 1996).

Os resultados apresentados neste estudo demonstram o potencial de incremento produtivo da cultivar batata-doce BRS Amélia associados a prática de adubação do solo com fertilizante convencional e de FLC. Futuros estudos são necessários para o desenvolvimento de tecnologias de fertilização específicos para outros tipos de solo de determinadas regiões e outras cultivares biofortificadas.

5.4 Conclusão

A aplicação do FLC promoveu o incremento em NR, CL e AF em plantas de batata-doce BRS Amélia.

A aplicação de base do FLC na dose de 90g por cova de plantio resultou em maiores respostas para biomassa fresca da parte aérea e biomassa seca de parte aérea e 120g por cova de plantio para BSR quando comparadas aos tratamentos com fertilização controlada. Porém as respostas foram superadas pelo uso do fertilizante NPK convencional na dose de 40g por cova para os parâmetros BFPA, BSPA e BFR no cultivo de batata-doce em sistema horizontal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de FLL ou FLC vem aumentando gradativamente nos últimos anos, sendo em sua maioria utilizados em estudos com mudas de diferentes espécies de ornamentais, medicinais, frutíferas e florestais, todas de valor agrônomo. Apresenta a vantagem de evitar a lixiviação e a perda de nutrientes bem como a diminuição da mão de obra. Contudo, estudos relacionados à viabilidade econômica do uso do FLC no cultivo de batata-doce tornam-se necessário.

Espera-se que este trabalho tenha colaborado para que sejam estabelecidas melhores referências para a produção de batata-doce em campo, podendo ser utilizado um sistema alternativo de cultivo e referências para o uso adequado de tecnologias de fertilização mineral empregadas mundialmente. Além de auxiliar a condução de futuros experimentos com outros tipos de fertilização, como a adubação orgânica disponível, e solos com baixa fertilidade. Estimular o uso de recursos genéticos como a introdução de cultivares biofortificadas de batata-doce pelos agricultores familiares a fim de agregar valor à propriedade rural. Incentivar políticas públicas e divulgar pesquisas para fomentar a comercialização da batata-doce biofortificada na merenda escolar, em feiras e em cooperativas. Estabelecer a garantia da segurança alimentar favorecendo o desenvolvimento da agricultura sustentável. Criar outras fontes de comercialização da batata-doce Beaugard e BRS Amélia com o desenvolvimento de protótipos alimentares biofortificados. Investigar a qualidade alimentar organoléptica destes protótipos valorizando a alimentação saudável e a boa saúde.

7 REFERÊNCIAS

AGENDA 2030. Acompanhando o desenvolvimento sustentável até 2030. 2018. Disponível em < <http://www.agenda2030.org.br/acompanhe>> Acesso em: 01.mar.2022.

ALMEIDA, L.V.B.; MARINHO, C.S.; MUNIZ, R.A.; CARVALHO, A.J.C. Disponibilidade de nutrientes e crescimento de porta-enxertos de citros fertilizados com fertilizantes fertilizados e de expansão lenta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n.1, p. 289-296, 2012.

ALMEIDA, U.O.; NETO, R.C.A.; LUNZ, A.M.P.; NOGUEIRA, S.R.; COSTA, D.A.; ARAÚJO, J.M. Environment and slow- release fertilizer in the production of *Euterpe precatória* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 382-389, 2018.

AMARO, G.B.; FERNANDES, F.R.; SILVA, G.O.; MELLO, A.F.S.; Castro, L.A.S. Desempenho de cultivares de batata-doce na região do Alto Paranaíba-MG. **Horticultura Brasileira**, v. 35,n.2, p. 286-291, 2017.

ANDRADE JÚNIOR V.C; VIANA, D.J.S; PINTO, N., RIBEIRO, K.G; PEREIRA, R.C; NEIVA, I.P, AZEVEDO, A.M; ANDRADE, P.C.R. Características produtivas e qualitativas de ramos e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n.4, p. 584-589, 2012.

ARAUJO, R.C.; BRUCKNER, C.H; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; VENEGAS, A.; DIAS, J.M.M.; PEREIRA, W.E.; SOUZA, J.A. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.27, n.1, p. 128-131, 2005.

AUOADA, F.A.; MOURA, M.R.; MENEZES, E.A.; NOGUEIRA, A.R. A.; MATTOSO, L.H.C. Síntese de hidrogéis e cinética de liberação de amônio e potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 32, n. 4, p.1643-1649, 2008.

BACHIÃO, P.O.B.; MACIEL, A.L. R.; AVILA, R.G.; CAMPOS, C.N. Crescimento de mudas de cafeeiro em tubes com fertilizante de liberação lenta. **Revista Agrogeoambiental**, v.10, n.1, p. 105-116, 2018.

BALDUINO, G.F. 2021. **Potencial ornamental de clones de batata-doce no Distrito Federal**. 28f. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

BARCELOS, D.M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n.1, p. 21-27, 2007.

BERNARDI, A.C.C.; WERNECK, C.G.; HAIM, P.G.; REZENDE, N.G.A.M.; PAIVA, P.R.P.; MONTE,

M.B.M. Crescimento e nutrição mineral do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' cultivado em substrato com zeólita enriquecida com NPK. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p. 794-800, 2008.

BERNI, P.R.A.; CHITCHUMROONCHKHAI, C.; BRAZACA, S.G.C.; FAILLA, M.L. Bioaccessibility of β - Carotene in Orange Fleshed Sweet Potato cooked according to home styles compared to highly processed baby foods. **Nutrire**, v.39, p. 24-24, 2014.

BLEY, H.; GIANELLO, C.; SANTOS, L.D.S; SELAU, L.P.R. Nutrient release, plant nutrition, and potassium leaching from polymer-coated fertilizer. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1-11, 2017.

BRANCALION, P.H.S.; LAMB, D.; CECCON, E.; BOUCHER, D.; HERBOHN, J.;STRASSBURG, B.; EDWARDS D.P. Using markets to leverage investment in forest and landscape restoration in the tropics. **Forest Policy and Economics**, v. 85, p. 103–113, 2017.

BRONDANI, G.E.; SILVA, A.J.C.; REGO, S.S.; GRISI, F.A.; NOGUEIRA, A.C.; WENDLING, I.; ARAÚJO, M.A. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, v. 9, n.2, p. 167-176, 2008.

BROWN, V.; BARBOSA, F. T.; BETTOL, I.; MAFRA, A.L.; MUZECA, L.M. Efeitos nos solos e nas culturas após 20 anos de cultivo convencional e semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.1, p. 1-7, 2018.

BRISSET, J.C.; BARNETT, J.P.; LANDIS, T.D. Container seedlings. **Forest regeneration manual**, p. 117 – 142, 1991.

CAJANGO, T.C.; AIVES, E.M.; JUNIOR, G.C.; PAIM, T.P.; CLÁUDIO, F.L. Desempenho agrônômico de cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas*) em Iporá – Goiás. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. 1-7, 2021.

CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnesium: A Forgotten Element in Crop Production. **Better Crops with Plant Food**, v. 94, n. 2 p. 23-25, 2010.

CAMIRE, M. E.; KUBOW, S.; DONNELLY, D. J. Potatoes and human health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.49, p. 823-840, 2009.

CANCELLIER, E. **Eficiência da ureia estabilizada e de liberação controlada no milho cultivado em solo de fertilidade construída**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CARMONA, P.A.O.; PEIXOTO, J.R.; AMARO, G.B.; MENDONÇA, M.A. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes, **Horticultura Brasileira**, v. 33, n.2, p. 241-250, 2015.

CASTRO, L.A.S.; BECKER, A. **Batata-doce: BRS Amélia**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54925/1/BRS-Ame769lia-Castro-Suita.pdf/>> Acesso em: 17.jan.2022.

CAVALCANTE, J.T.; FERREIRA, P.V.; SOARES, L.; BORGES, V.; SILVA, P.P.; SILVA, J.W. Análise de trilha em caracteres de rendimento de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n.2, p.261-266, 2006.

CAVALCANTE, L.F.; ANDRADE, R.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, S.M. Qualitative characterization in fruits of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) in function of irrigation water salinity. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n.1, p. 39 – 45, 2003.

CEAGESP. Batata-doce (*Ipomoea batatas* L.): Normas de classificação. Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura**, v. 12, n.2, 2014.

CELESTRINO, R.B.; ALMEIDA, J.A.; SILVA, J.P.T.; LUPPI, V.A.S.; VIEIRA, S.C. Novos Olhares para a produção sustentável na agricultura familiar. Avaliação da alface americana cultivada com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 3, n.1, p. 66–87, 2017.

CHAWAKITCHAREON, P.R.; ANUWATTANA, J.B. Production of slow-release fertilizer from waste materials. **Advanced Materials Springer International Publishing** v.83, p. 534–540. 2016.

CHEN, S.L.; YANG, M.; BA, C.; YU, S.S.; JIANG, Y.F.; ZOU, H.T.; ZHANG, Y.L. Preparation and characterization of slow-release fertilizer encapsulated by biochar-based waterborne copolymers. **Science of the Total Environment** v. 615, p. 431- 437, 2018.

CLAUSEN, J.W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **For Ecol Manag**, v. 80, p. 245–255, 1996.

COMPO EXPERT BASACOT® PLUS 2021. **Controlled-release fertilizers**. Disponível em: <<https://www.compo-expert.com/products/basacote-high-k-12m-12-5-182/>>. Acesso em: 19.abr.2022 .

CQFS-RS/SC, 2004. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004.

CONEGLIAN, A.; RIBEIRO, P.H.P.; MELO, B.S.; PEREIRA, R.F.; DORNELES JUNIOR, J. Initial growth of *Schizolobium parahybae* in Brazilian cerrado soil under liming and mineral fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n.10, p. 908–912, 2016.

CORREA, C.V. **Produção e qualidade de batata-doce em função das doses e parcelamento da adubação potássica**. 2016. 88f. Dissertação (Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Horticultura). Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2016.

CRUZ, S.M.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; NASCIMENTO, A.S.; VARGAS, P.F. Mineral nutrition and yield of sweet potato according to phosphorus doses. **Comunicata Scientiae**, v.7, p. 183-191,2016.

CUNHA, F.L.; NIERI, E.M.; SANTOS, J.A.; ALMEIDA, R.S.; MELO, L.A.; VENTURIN, N. Uso dos adubos de liberação lenta no setor florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, p. 1-11, 2021.

DINALLI, R.P; CASTILHO,R.M.M.; GAZOLA, R.N. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 21, n. 1, p. 10-15, 2012.

DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SARMENTO, M.F.Q.; MATOS, P.S.; OLIVEIRA, J.C. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Floresta**, v. 46, n.4, 491-498, 2016.

ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n.2, p.176-182, 2009.

EKBLADH, G.; WITTER, E.; ERICSSON, T. Ontogenetic decline in the nitrogen concentration of field grown white cabbage – Relation to growth components. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n.2, p. 149-155, 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Batata - Doce Beauregard A Batata Vitaminada**. 2010. Centro Nacional de Pesquisa de Hortalíça. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/602/batata-doce---beauregard/>>. Acesso em: 07.fev.2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivar de batata-doce biofortificada, rica em pró-vitamina A BRS – Amélia**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58167029/difusao-da-batata-doce-biofortificada-brs-amelia--e-reconhecida-em-concurso-internacional/>>. Acesso em: 09.mai.2022.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The state of food security and nutrition in the world 2021**. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Disponível em <<https://www.fao.org/3/cb4474en/cb4474en.pdf>>. Acesso em: 10.abr.2022.

FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture: managing systems at risk**. London: Earthscan, p. 285, 2011.

FERREIRA, J.C.; RESENDE, G.M. **Batata-doce: Cultivar adequada faz toda a diferença**. Disponível em <<https://revistacampoenegocios.com.br/batata-doce-cultivar-adequada-faz-toda-a-diferenca/>>. Acesso em: 27.out.2020.

FERTIPAR, 2022. **Fertilizantes de alta qualidade e potencial produtivo**. Disponível em: <<https://www.fertipar.com.br/>>. Acesso em: 21.mar.2022.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 3. ed. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2006. 751 p

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. rev. Viçosa, 421p, 2013.

FIGUEIREDO, J.A.; PEREIRA, R., RIBEIRO, K.; VIANA, D.; NEIVA, I. Avaliação de silagens de ramas de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 30, n. 4, p. 708-712, 2012.

FONTES, P.C.R. Relação entre índice SPAD, teores Relação entre índice SPAD, teores de clorofila e nitrogênio na folha de batata. de clorofila extraível e nitrogênio na folha de batata. **Horticultura Brasileira**, v 28, n 2,p. 835–841, 2010.

FRANCO JUNIOR, K.S; CARVALHO, J.S; GUIMARÃES, B.C; BARBOSA, C.K.R; BRIGANTE, G.P; DIAS, M.S.; APRELINI, A.; SILVA, N.O. Avaliação do aduso de liberação lenta no desenvolvimento inicial e produção de café. **Coffee Science**, [s.l.], v. 14, n.4, p. 538–543, 2019.

FREITAS, E.L.; FERNANDES, A.R.C.C.; ROLIM, M.M.; SILVA, M.M.; FRANÇA; SILVA, E.F.; DANTAS, M.S.M.; CABRAL, E.F. Avaliação de parâmetros biométricos da cana-de -açúcar em função de diferentes níveis de irrigação e adubação. **In: XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Recife, Brasil, 2013.

FREITAS, S.J.; CARVALHO,A.J.C.; BERILLI,S.S.; SANTOS, P.C.; MARINHO, C.S. Substratos e Osmocote® na nutrição e desenvolvimento de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. vitória. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 672-679, 2011.

FU, J.; WANG, C.; CHEN, X.; HUANG, Z.; CHEN, D. Classification research and types of slow controlled release fertilizers (SRFs) used: a review. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 49, n. 17, p. 219-2230, 2018.

GARG, M.; SHARMA, N.; SHARMA, S.; KAPOOR, P.; KUMAR, A.; CHUNDURI, V.; ARORA, P. Biofortified Crops Generated by Breeding, Agronomy, and Transgenic Approaches Are Improving Lives of Millions of People around the World. **Front Nutr.** [s.l.], v. 14, p. 5-12, 2018.

GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. **Revista Laranja**, v.24, n.2, p. 507-518, 2003.

GOMES, E.N.; VIEIRA, L.M.; FAGUNDES, C.M.; ROSSA, U.B.; TOFANELLI, M.B.D.; DESCHAMPS, C. Controlled-release fertilizer increases growth, chlorophyll content and overall quality of loquat seedlings. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. 1-8, 2020.

GOMES, E.N.; FRANCISCO, F.; GEMIN, L.G.; ROSSA, Ü.B.; WESTPHALEN, D.J. Qualidade de mudas de quiabeiro em função de diferentes dosagens de fertilizante de liberação lenta. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 10, p. 71-78, 2017a.

GOMES, E.N.; GEMIN, L.G.; MUZEKA, G.; ROSSA, Ü.B.; WESTPHALEN, D.J. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de mudas de pimentão e berinjela. **Revista Cultivando o Saber**, v.10, p.19-30, 2017b.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. 3ª ed. Viçosa: UFV, p. 116, 2006.

GUIMARÃES, R.R.; VIEIRA, M.C.; ROCHA, E.C.; PEIXOTO, N.; PIRES, L.L. Cultivo inicial de mangabeira consorciada com adubos verdes no Cerrado do sudeste de Goiás. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.2, p. 65-73, 2019.

GUO, C.; LI, P.; LU, J.; REN, T.; CONG, R.; LI, X. Application of Controlled-Release Urea in Rice: Reducing Environmental Risk While Increasing Grain Yield and Improving Nitrogen Use Efficiency. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 47, p. 1176–1183, 2017.

HILL, W.A.; DODO HORTENSE, S.K.; HAHN, K.; MULONGOY, S.O.A. Sweet Potato Root and Biomass Production with and without Nitrogen Fertilization. **Agronomy Journal**, v. 82, p. 1120-1122, 1990.

JHA, A.B.; WARKENTIN, T.D. Biofortification of Pulse Crops: Status and Future Perspectives. **Plants**, [s.l.], v.9, p.73, 2020.

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L de. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). **Agrarian**, v. 2, n.3, p. 73-86, 2009.

KEHOE, S.H.; CHOPRA, H.; SAHARIAH S.A.; BHAT, D.; MUNSHI, R.P.; PANCHAL, F.; YOUNG, S.; BROWN, N.; TARWANDE, D.; GANDHI, M.; MARGETTS, B.M.; POTDAR, R.D.; FALL, C.H.D. Effects of a food-based intervention on markers of micronutrient status among Indian

women of low socio – economic status. **British Journal of Nutrition**, [s.l],v. 113, n.5, p.813-821, 2015.

KÖPPEN, W. 1931. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin, Alemanha. p. 390.

LANG, A.; MALAVASI, U.C.; DECKER, V.; PÉREZ, P.V.; ALEIXO, M.A.; MALAVASI, M.M. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio. **Floresta**, 2011; v.41, n.2, p. 271-276, 2011.

LIMA, R.B.M; FERREIRA, H.S.; CAVALCANTE, A.L.; SANTOS, L.G.M.L.; VIEIRA, R.C.S; ASSUNÇÃO, M.L.Coverage and educational actions related to the national vitamin A supplementation program: a study in children from the state of Alagoas. **Journal the Pediatría**, [s.l], v. 96, n.2, p. 184-192, 2020.

LOW, J.W.; MWANGA, R.O.M.; ANDRADE, M.; CAREY, E.; BALL, A. Tackling vitamin a deficiency with biofortified sweetpotato in sub-Saharan Africa. **Global food security**, [s.l], v. 14, p. 23-30, 2017.

MAPA, 2008. Instrução Normativa SPA nº 2 de 09/10/2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento– DOU nº 197, de 10/10/2008, Seção 1, p.71. 2008.

MARANA, J.P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E.P.; KAINUMA, R.H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.

MARQUES, H.M.C.; ROMAGNOLI, T.; FRAGA JUNIOR, E.F.; PAIVA, R.; MAURI, R. Desenvolvimento inicial do cafezeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada. **Centro Científico Conhecer**, v.9, n.16, p. 2994, 2013.

MARTINS, A.D., COELHO, F.S., LEÃO, A.B., SILVA, M.C.C., BRAUN, H., FONTES, P.C.R. Relação entre índice SPAD, teores de clorofila e nitrogênio na folha de batata. **Horticultura Brasileira**, v.2, p. 835–841, 2010.

MELO, B.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, P.T.G. Doses crescentes de fertilizantes de liberação lenta gradual na produção de mudas de cafeeiro. **Bioscience Journal**, v.17, p. 97 - 113, 2001.

MENDONÇA, A.T.C.; PEIXOTO, N. Efeitos do espaçamento e de níveis de adubação em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 9, p. 80-82, 1991.

MENDONÇA, V.; RAMOS, J.D.; GONTIJO, T.C.A. Osmocote® e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p. 799-806, 2004.

MODRZYNSKI, 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, p. 879-893, 2015.

MONTEIRO, F.; DECHEN, A.; CARMELO, Q.C.A. 1997. Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas. In: ABEAS. Curso de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: ABEASESALQ 11, 27p.

MORAES, M.F.; PASCOALINO, J.A.L.; ALVES, S.J.F.; NUTTI, M.R.; CARVALHO, J.L.V. Biofortificação alternativa à segurança alimentar e nutricional. **Informações Agronômicas**, v.140, p. 9-15, 2012.

MORAES, J. F. V.; DYNIA, J. F. Alterações nas características químicas e físico-químicas de um solo Gley Pouco Húmico sob inundação e após a drenagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 223-235, 1992.

NAZ, M.Y.; SULAIMAN, S.A. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. **Journal of Controlled Release**, v. 225, p. 109-120, 2016.

NESTEL, P.; BOUIS, H.E.; MEENAKSHI, J.V.; PFEIFFER, W. Biofortification of staple food crops. **Journal of Nutrition**, [s.l.], v. 136, p. 1064-1067, 2006.

NEUMANN, E.R.; RESENDE, J.T.V.; CAMARGO, L.K.P.; CHAGAS, R.R.; FILHO, R.B.L. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophylum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n.4, p. 490-498, 2017.

NOLÊTO, C.D.; SILVA, P.R.C.; COSTA, S.L.C.; UCHÔA T.V. Caracterização físico-química de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) comum e biofortificada. **Ciência Agrícola**, v. 13, n.1, p. 59-68, 2015.

NUNES, A.R.A.; FERNANDES, A.M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L.; MAGOLBO, L.A.; CARMO, E.L. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Ciência Rural**, v. 46, n.2, p. 242–247, 2016.

NUNES, M.U.C.; SANTOS, J.R.; SOUZA, E.F. **Produtividade de clones e cultivares de batata-doce com diferentes colorações de polpa em sistema de produção orgânico em Sergipe – Aracaju**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009, [s.l.] 16p.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J.E.L.; PEREIRA, W.E.; BARBOSA, L.J.N.; OLIVEIRA, A.N.P. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.611-617, 2006.

OLIVEIRA NETO, M.A. **Comportamento de germoplasma de batata doce em Sergipe**. 2012. Tese mestrado – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2012.

PRADO, R.M.; FILHO, A.B.C. 2016. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal, Brasil, 2016.

RESENDE, G.M.; FERREIRA, J.C. Batata-doce cultivar adequada faz toda a diferença. *Campo e Negócios*, p 24-25, 2019.

RÓS, A.B.; TAVARES FILHO, J; BARBOS, G.M.C. Produtividade de raízes tuberosas de batata-doce em diferentes sistemas de preparo do solo. *Ciência Rural*, v.44, n.11, p. 1929- 1935, 2014.

RÓS, A.B.; ARAÚJO, H.S.; NARITA, N. Uso de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de batata-doce em bandeja. *Semina: Ciências Agrárias* v.34, n.6, p. 2667-2674, 2017.

RÓS, A.B.; ARAÚJO, H.S., NARITA, N.; FILHO, J.T. Uso de fertilizante e tempo de permanência de mudas de batata-doce produzidas em bandeja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n. 8, p. 845-851, 2011.

ROSSA, Ü.B.; ANGELO, A.C.; REISSMANN, C.B.; GROSSI F.; 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.; ANGELO, A.C.; BOGNOLA, I.A.; WESTFLALEN, D.J.; MILANI, J.E.F. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Floresta*, v. 45, n.1., p.85-96, 2015a.

ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; WESTPHALEN, D.J.; OLIVEIRA, F.E.M.; SILVA, F.F.; ARAÚJO, J.C. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de muda de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (Angico Vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira - Vermelha). *Ciência Florestal*, v. 25, n.4, p. 841-852, 2015b.

ROSSA, Ü.B.; ANGELO, A.C.; NOGUEIRA, A.C.; BOGNOLA, I.A.; PONIANOSKI, D.J.W.; 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, p. 227 – 234, 2013a.

ROSSA, Ü.B.; ANGELO, A.C., NOGUEIRA, A.C.; WESTPHALEN, D.J.; BASSACO, M.V.M.; MILANI, J.E.F.; BIANCHIN, J.E. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. *Floresta*, v. 43, n.1, p. 93-104, 2013b.

ROSSEL, G. **Cultivated Sweet Potato Germplasm Collection**. Disponível em: <<https://cipotato.org/genebankcip/process/sweetpotato/sweet-cultivated/>>. Acesso em: 15.dez.2021.

SANTOS, R.D.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Viçosa, Brasil, 2015.

SANTOS, M.; BRÁULIO M.L.S.; ROCHA G.O.; FREITAS C.A.S.; SILVEIRA, M.C.T.; SOUZA, D.O.C. Estrutura do dossel e características de perfilhos em pastos de capim-piatã manejados com doses de nitrogênio e períodos de diferimento variáveis. **Zootecnia, ciência animal brasileira**, v. 18, p. 1-13, 2017.

SANTOS, P.L.F.; PAIXÃO, A.P.; SILVA, O.N.M.; CASTILHO, R.M.M.; FARIA, R.C.; VIEIRA, N.C.S. Doses de adubo de liberação lenta no crescimento inicial de mudas de tamarindo. **Nucleus**, v.15, n.1, 2018.

SANTOS, P.L.F.; CASTILHO, R.M.M. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n.4, p. 51-54, 2015.

SANTOS, R.D.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. 2015. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Viçosa, Brasil. 98 p.

SANTOS, L.C.N.; PAULINO, M.A.; ALEXANDRE, J.P.; MENESES, A.T., SOARES, R.L.; ALBUQUERQUE, M.B. 2013. Influência da adubação fosfatada no desenvolvimento do maracujazeiro-amarelo. **XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. 28 de julho a 2 de agosto. Florianópolis/SC.

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.

SENBAYRAM, M.; GRANSEE, A.; WAHLE, V.; THIEL, H. Role of magnesium fertilizers in agriculture: plant-soil continuum. **Crop and Pasture Science**, v. 66, p.1219-1229, 2015.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C.S.; CARVALHO, A.J.C.; MONNERAT, P.H. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26, n. 3, p. 524-528, 2004.

SHAVIV, A. Advances in controlled release fertilizers. **Advances in Agronomy**, v.71, p.1-49, 2001.

SILVA, G.O.; SUINAGA, F.A., PONIJALEKI, R.; AMARO, G.B. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. **Revista Ceres**, v.4, p.379-383, 2015.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; SILVA, A.A.; NETO, I.P.; PAULA, R.C. Mortalidade, crescimento e solução do solo em eucalipto com aplicação de fertilizante de liberação lenta. **Cerne**, v.21, n.3, p.473-481, 2015.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, E.A.; CASTILHO, R.M.M.; AMARAL, J.A. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Helianthus annuus* L. cv. Sunbright Supreme. **Thesis**, n. 19, p. 82-91, 2013.

SONG, J.; LI, D.; LIU, C.; ZHANG, Y. Optimized microwaveassisted extraction of total phenolics (TP) from *Ipomoea batatas* leaves and its antioxidant activity. Jiangsu Academy of Agricultural Sciences. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 12, p. 282–287, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TEIXEIRA, P.C.; RODRIGUES, H.S.; LIMA, W.A.A.; ROCHA, R.N.C.; CUNHA, R.N.V.; LOPES, R.. Influência da disposição dos tubetes e da aplicação de fertilizantes de liberação lenta, durante o pré - viveiro, no crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Ciência Florestal**, v.19, n. 2, p. 157-168, 2009.

TRENKEL, M.E. **Slow and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. 2 ed. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010.

TUBALDINI, T.M. **Efeito de um formulado com liberação lenta de nutrientes na formação de mudas do cafeeiro em tubetes**. Uberlândia: UFU, 1997. 33p.

VARGAS, P.F.; OTOBONI, M.E.F.; LOPES, B.G.; PAVAN, B.E. Prediction of genetic gains through selection of sweet potato accessions. **Horticultura Brasileira**, [s.l], v. 38, n. 4, p. 387-393, 2010.

VENTURA, K.M. Horta vertical Orgânica: Uma Alternativa Sustentável para Produção de Alimentos. **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil**, p. 273–283, 2015.

VIANA, D. J. S.; JÚNIOR, V.C. A.; RIBEIRO, K.G.; PINTO, N.A.V.D.; NEIVA, I.P.; FIGUEIREDO, J.A.; LEMOS, V.T.; PEDROSA, C.E.; AZEVEDO, A.M. Potential of silages of sweet-potato foliages for animal feeding | potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1466–1471, 2011.

VIEIRA, L.M.; GOMES, E.N.; BROWN, T.A.; CONSTANTINO, V.; ZANETTE, F. Growth and quality of brasilian pine tree seedlings as affected by container type and volume. **Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 3, p. 276-286, 2019.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, E.S.; CASTRO, L.A.S.; RAFHAELLI, C.O.; KROLOW, A.C. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p.1-8, 2018.

WESTPHALEN, D.J.; ANGELO, A.C.; ROSSA, U.B.; BOGNOLA, I.A.; MARTINS, C.E.N. Impacto of different silvicultural techniques on the productive efficiency of *Ilex paraguariensis* A.St. Hill. **Agroforest Systems**, v.2, n. 94, p. 791-798, 2019.

WIDODO, Y.; WAHYUNINGSIH, S.; UEDA, A. Sweet potato production for bio-ethanol and food related industry in indonesia: challenges for sustainability. **Procedia Chemistry**, v.14, p. 493-500, 2015.

WU, L.; LIU, M. Preparation and Properties of Chitosan-Coated NPK Compound Fertilizer with Controlled-Release and Water-Retention. **Carbohydrate Polymers**, v. 72, p. 240-247, 2008.

YAMAMOTO, C. F.; PEREIRA, E.I.; MATTOSO, L.H.C.; MATSUNAKA, T.; RIBEIRO, C. Slow-release fertilizers based on urea/urea– formaldehyde polymer nanocomposites. **Chemical Engineering Journal**, v. 287, p. 390-397, 2016.

YAMANISHI, O.K.; FAGUNDES, G.R.; MACHADO FILHO, J.A.; VALONE, G.V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, 2004.

YUNI, K.; ISTIANI, A.; ROCHMADI; PURNOMO, C.W. Chitosan-Based Polyion Multilayer Coating on NPK Fertilizer as Controlled Released Fertilizer. **Advances in Materials Science and Engineering**, p. 1-8, 2019.

ZAMUNÉR A.N. F.; VENTURIN, N.; PEREIRA, A.V; PEREIRA, E.B.C; MACEDO, R.L.G. Doses of controlled-release fertilizer efor production of rubber tree rootstocks. **Cerne**, v.18, n.2, p. 239- 345,2012.

ZHENG, W.; ZHANG, M.; LIU, Z.; ZHOU, H. Combining controlled-release urea and normal urea to improve the nitrogen use efficiency and yield under wheat-maize double cropping system. **Field Crops Research**, v. 197, p. 52–62, 2016.

8 LISTA DE SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- 8.1 Desenvolver tecnologias de fertilização para outros tipos de solos e outros genótipos da cultura;
- 8.2 Desenvolver tecnologias de fertilização específicos para determinação de doses de máxima eficiência técnica;
- 8.3 Avaliar melhores dosagens de FLC para AF no cultivo de batata-doce BRS Amélia;
- 8.4 Desenvolver tecnologias de fertilização específicos para outros tipos de solos de determinadas regiões e outras cultivares biofortificadas;
- 8.5 Criar protótipos alimentares a base de amido de batata-doce biofortificada;
- 8.6 Avaliar a composição organoléptica de protótipo alimentar a base de batata-doce biofortificada;
- 8.7 Acompanhar o desenvolvimento de cultivares de batata-doce biofortificada em sistema de produção agroflorestal;
- 8.8 Avaliar diferentes tecnologias de fertilização na classificação de batata-doce biofortificada em diferentes sistemas de cultivos;
- 8.9 Analisar a viabilidade econômica da produção de batata-doce biofortificada com fertilização organomineral em sistemas de cultivo vertical e horizontal;
- 8.10 Avaliar o desenvolvimento de batata-doce biofortificada em sistema de cultivo orgânico em diferentes tipos de solos;
- 8.11 Analisar o potencial de desenvolvimento agrônomo de cultivares biofortificadas e crioulas de batata-doce;
- 8.12 Investigar o potencial alimentar e comercial de cultivares de batata-doce biofortificadas em sistemas de cultivo vertical e horizontal com diferentes tecnologias de fertilização;
- 8.13 Avaliar as tecnologias de fertilização na classificação de batata-doce biofortificadas.

**9 IMAGENS DEMONSTRATIVAS DE ASPECTOS GERAIS DO EXPERIMENTO A CAMPO E
DEMAIS INFORMAÇÕES VISUAIS**



1. Adubação



2. Cultivo batata-doce BRS Amélia



3. Cultivo batata-doce Beauregard



4. Cultivo batata-doce BRS Rubissol



5. Sistema vertical e horizontal



6. Estágio de floração



7. Coleta de dados



8. Coleta de biomassa fresca



9. Produção batata-doce BRS Rubissol



10. Colheita batata-doce Beauregard



11. Colheita batata-doce BRS Amélia



12. Limpeza pós colheita



13. Pesagem da biomassa fresca



14. Coleta de dados para classificação



15. Realização da classificação



16. Batata-doce Beuregard classificada



17. BRS Amélia pronta para secagem



18. Secagem do material

10 ANEXOS

Anexo 1. Eslides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado



INSTITUTO FEDERAL
Catarinense



Mestrado Profissional
**TECNOLOGIA
E AMBIENTE**

**TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE
CULTIVARES BIOFORTIFICADAS DE BATATA-DOCE EM
SISTEMAS DE CULTIVO VERTICAL E HORIZONTAL**

Eng^a Agr^a Lilian Fernanda Sfendrych Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Überson Boaretto Rossa
Coorientador: Prof. M.Sc. Erik Nunes Gomes

1

INTRODUÇÃO



CONTEXTUALIZAÇÃO

⇒ Batata-doce (*Ipomoeas potato*), família *Convolvulaceae*, com origem provável nas Américas e México (SILVA et al., 2015).

- * Uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil;
- * Regiões Sul e Nordeste;
- * Cultura rústica (importância socioambiental);
- * Alta adaptabilidade climática e de solo (RESENDE, 2019).

⇒ As batatas-doces biofortificadas de polpa alaranjada mais conhecidas no Brasil são as variedades Beauregard e BRS Amélia. Seleccionadas pela EMBRAPA para o Programa Biofortificação no Brasil (BioFORT) (EMBRAPA, 2011).

2

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

INTRODUÇÃO



PROBLEMÁTICA

- ⇒ Poucos estudos que buscaram selecionar e indicar cultivares para as diferentes regiões buscando alternativas de manejo e melhor época de colheita (VIANA et al., 2011).
- ⇒ A ausência do uso de tecnologias de fertilização, pode proporcionar resultados de baixa produtividade de batata-doce (CRUZ et al., 2016).
- ⇒ Os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará são os principais produtores
 - * Cultivo com baixa produtividade
 - * Real potencial produtivo da espécie (BALDUINO, 2021).



3

INTRODUÇÃO



PROBLEMÁTICA

- ⇒ Cultivada normalmente em sistema convencional
 - * Degradação ambiental – erosão, assoreamento dos rios
 - * Pré disposição ao aparecimento de plantas invasoras (RÓS et al., 2014).
- ⇒ Apenas as raízes são utilizadas pelos agricultores familiares, pouca agregação de valor ao produto (ANDRADE JUNIOR et al., 2012).
- ⇒ Apresentam baixo índice de produtividade agrícola
 - * Falta tecnologia;
 - * Uso de variedades não selecionadas (WIDODO et al., 2015).

4

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

Objetivo geral

Avaliar diferentes tecnologias de fertilização para a produção de batata-doce biofortificada Beauregard e BRS Amélia em sistemas de cultivo vertical e horizontal



5

Objetivos específicos

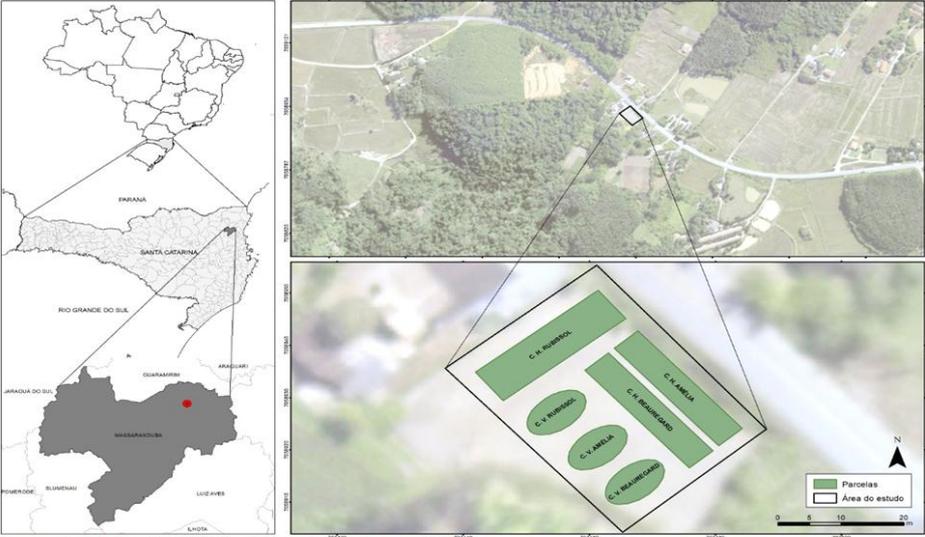
- ⇒ Analisar parâmetros biométricos e de produção no desenvolvimento de batata-doce Beauregard com o uso de fertilizante de liberação controlada em diferentes doses e o uso de fertilizante NPK em sistema de cultivo vertical;
- ⇒ Avaliar parâmetros biométricos e de produção no desenvolvimento de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilizante de liberação controlada em diferentes doses e o uso de fertilizante NPK em sistema de cultivo vertical;
- ⇒ Estimar parâmetros biométricos e de produção no desenvolvimento de batata-doce BRS Amélia com o uso de fertilizante de liberação controlada em diferentes doses e o uso de fertilizante NPK em sistema de cultivo horizontal.

6

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

Material e Métodos

⇒ Outubro de 2020 a Abril de 2021 – Localização:



Fonte: Google Satélite (2022), adaptado pela Autora (2022).

7

MATERIAL E MÉTODOS

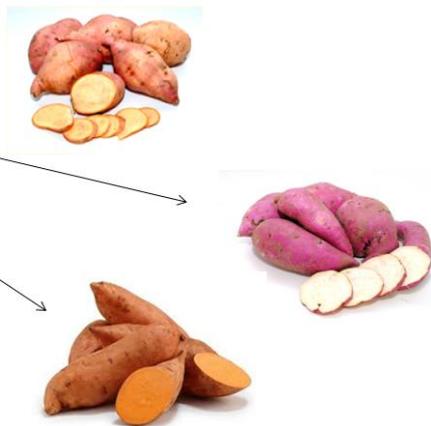
Delineamento experimental

⇒ 6 experimentos – 3 cultivares – 2 sistemas de cultivo

Vertical
Horizontal

⇒ 3 cultivares

- * BRS Amélia
- * BRS Rubissol
- * Beaugard



⇒ DBC

⇒ Cada experimento:

- * 6 tratamentos
- * 3 repetições
- * 3 plantas UE

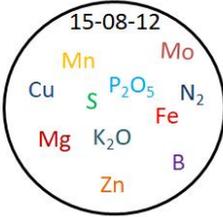
8

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

MATERIAL E MÉTODOS

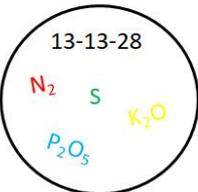
Tratamentos

- ⇒ T1 - Testemunha sem fertilização
- ⇒ T2 – 30g/cova de FLC
- ⇒ T3 – 60 g/cova de FLC
- ⇒ T4 – 90 g/cova de FLC
- ⇒ T5 – 120 g/cova de FLC

15-08-12

- ⇒ T6 – 40 g/cova de NPK

13-13-28

9

MATERIAL E MÉTODOS

Mudas utilizadas

- ⇒ Mudas clonadas iguais, mesmo tamanho médio
- ⇒ CLONA-GEN Biotecnologia Vegetal™
- ⇒ Cultura de tecidos por micropropagação
- ⇒ 4 – 5 folhas. Altura aprox. 20 cm





Fonte: A Autora (2020).

10

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

MATERIALE MÉTODOS

Desenho experimental – Cultivo vertical

Fonte: A Autora (2020).

11

MATERIALE MÉTODOS

Desenho experimental – Cultivo Horizontal

Fonte: A Autora (2020).

12

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

MATERIALE MÉTODOS

Coleta de dados

⇒ Aos 40, 90 e 180 dias após o plantio: NF, NR, CR

Altura (H)	Diâmetro do coleto (DC)	Clorofila (Índice SPAD)
		

Fonte: A Autora (2021).

13

MATERIALE MÉTODOS

Coleta de dados

⇒ Aos 180 dias após o plantio: BFPA, BSPA, BFR e BSR

BFPA/BSPA	BFR/BSR
	
	

Fonte: A Autora (2021).

14

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

COLETA DE DADOS

180 dias após o plantio: AF e classificação

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



Fonte: A Autora (2021).

15

COLETA DE DADOS

⇒ Estrutura de coleta de **classificação**



Classificação da batata-doce de acordo com CEAGESP e mercado atacadista			
Grupo varietal	Classificação	Mercado atacadista	Peso (g)
Amarela Beauregard BRS Amélia	Extra	1A	70 a 149
	Extra A	G	Maior 450
	Extra AA	2A	150 a 449
Rosada BRS Rubissol	Extra	1A	70 a 149
	Extra A	G	Maior 300
	Extra AA	2A	150 a 299

Fonte: Os autores (2021).

Fonte: CEAGESP - Central de Qualidade Hortigranjeiro, 2008.

16

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

MATERIALE MÉTODOS

Análise dos dados

- ⇒ Análise de Variância
- ⇒ Teste de normalidade: Shapiro - Wilk
- ⇒ * Parâmetros de produção
Skott-Knott a (5%)
Tukey a (5%)
- ⇒ * Parâmetros biométricos
Análise de regressão – Linear e polinomial
- ⇒ Programa: ASSISTAT Versão 7.7



⏪ ⏩ ⏴ ⏵
17

RESULTADOS

Artigos

Capítulo 1

PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BEAUREGARD EM CULTIVO VERTICAL SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO
Proposta de submissão: Revista Comunicata Scientiae, Horticultural Journal

Capítulo 2

USO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO VERTICAL
Proposta de submissão: Revista Ceres, UFV

Capítulo 3

FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO HORIZONTAL
Proposta de submissão: Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, UNISESUMAR

⏪ ⏩ ⏴ ⏵
18

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

CAPÍTULO 1
Resultados

PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BEAUREGARD EM CULTIVO VERTICAL SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO

Parâmetros de produção				
Tempo (180 dias)				
Doses de FLC	BFPA(g)	BSPA(g)	BFR(g)	BSR(g)
0 g	338,05Ba*	56,61Bb	768,89Ba	123,43Cb
30g	257,78Ba	89,24Aa	962,22Ba	236,65Ba
60g	248,33Ba	40,30Bb	728,33Ba	121,53Cb
90g	305,00Ba	45,82Bb	934,30Ba	198,25Ca
120g	258,33Ba	45,91Bb	731,66Ba	156,25Cb
40g NPK	536,66A	80,92A	2050,00A	327,70A
CV (%)	15,46	21,19	17,19	19,72

Respostas positivas de FLC para BSR e BSPA em espécies frutíferas e florestais (GOMES et al., 2020).
O acúmulo de biomassa é importante, pois está relacionado à quantidade de carbono presente na planta (MODRZYNSKI et al., 2015).

19

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetro H

altura (cm)

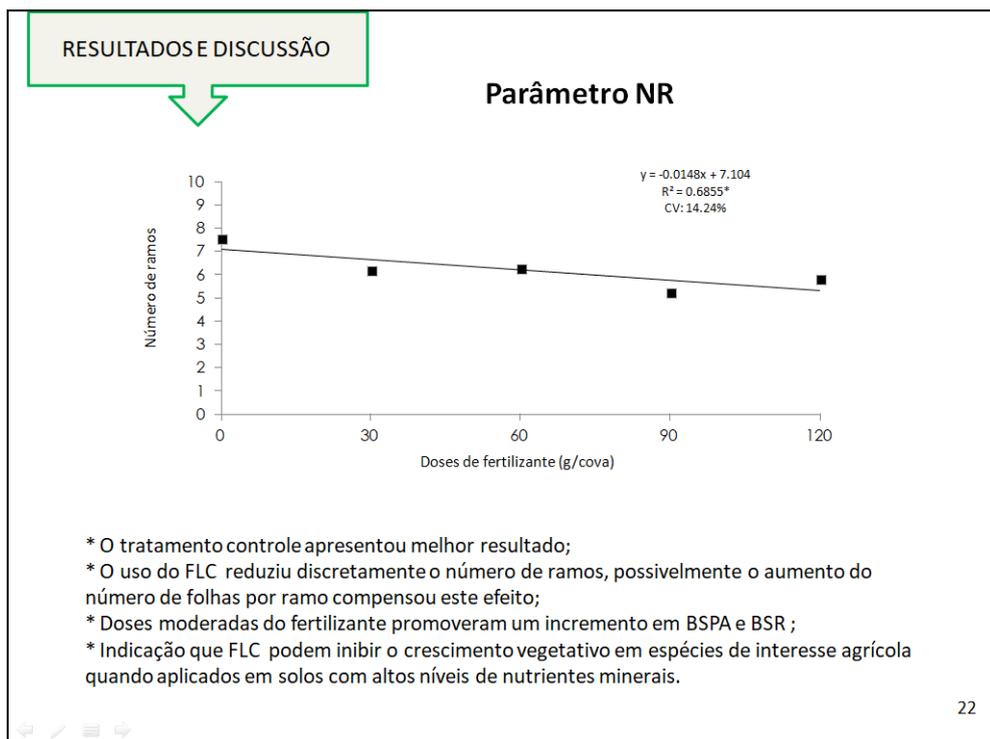
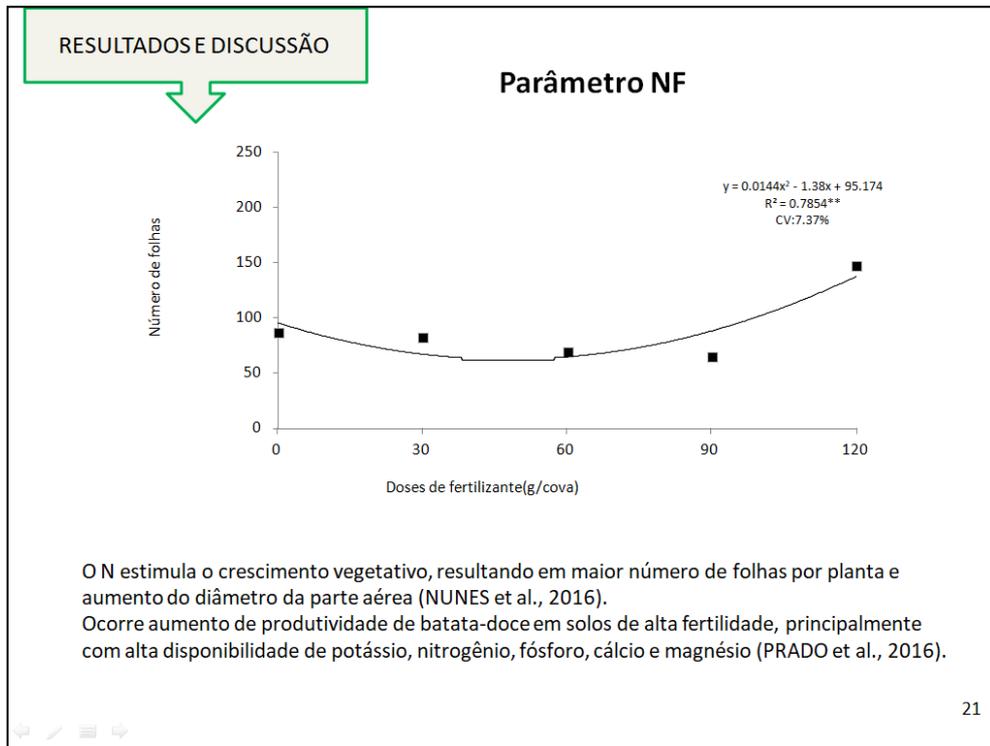
Doses de fertilizante(g/cova)

$y = 0.4011x + 119.52$
 $R^2 = 0.6343^{**}$
CV: 8.82%

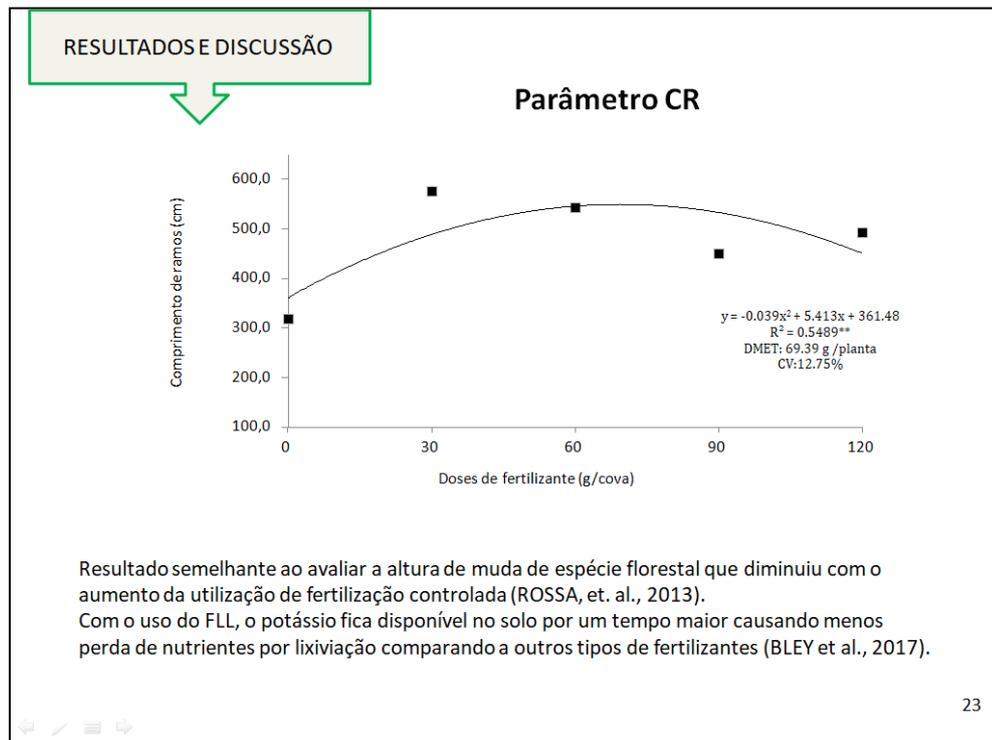
O efeito do FLL no aumento da altura pode ocorrer devido à disponibilidade de N, P e K ao longo do período de crescimento da planta (GOMES et al., 2020).
Em FLC, o potássio pouco lixívia comparado a outros fertilizantes considerados tradicionais (BLEY et al., 2017).

20

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BEAUREGARD EM CULTIVO VERTICAL SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO

Conclusão

- ⇒ FLC incremento: altura (H)
comprimento de ramos (CR)
número de folhas (NF)
- ⇒ Dose 30 g/planta de FLC e 40 g/planta NPK tradicional promoveram maiores produtividades de BSPA e BSR em comparação a plantas não fertilizadas

24

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

CAPÍTULO 2
Resultados

USO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO VERTICAL

Parâmetros de produção				
Tempo (180 dias)				
Doses de FLC	BFPA(g)	BSPA(g)	BFR(g)	BSR(g)
0g	1080,93Aa*	147,57Aa	832,33Ba	279,59ABa
30g	602,22Aa	106,80Aa	1025,16ABa	304,23ABa
60g	735,00Aa	106,97Aa	931,50ABa	303,16ABa
90g	1060,00Aa	143,65Aa	828,82Ba	260,03Ba
120g	800,83Aa	109,89Aa	1270,50ABa	272,91ABa
40g NPK	1016,66A	139,80A	1660,00A	478,50A
CV (%)	31,83	27,06	24,04	24,18

Esta resposta pode estar associada à absorção de nutrientes pelas raízes, principalmente de K, N, Ca, Mg e P (ECHER et al., 2009).
 Há Incremento de raízes com o aumento das doses de fertilização mineral em mudas de batata-doce (RÓS et al., 2011).
 O nutriente potássio aumenta a matéria seca da raiz tuberosa de batata-doce (CRUZ et al., 2016).

25

RESULTADOS E DISCUSSÃO

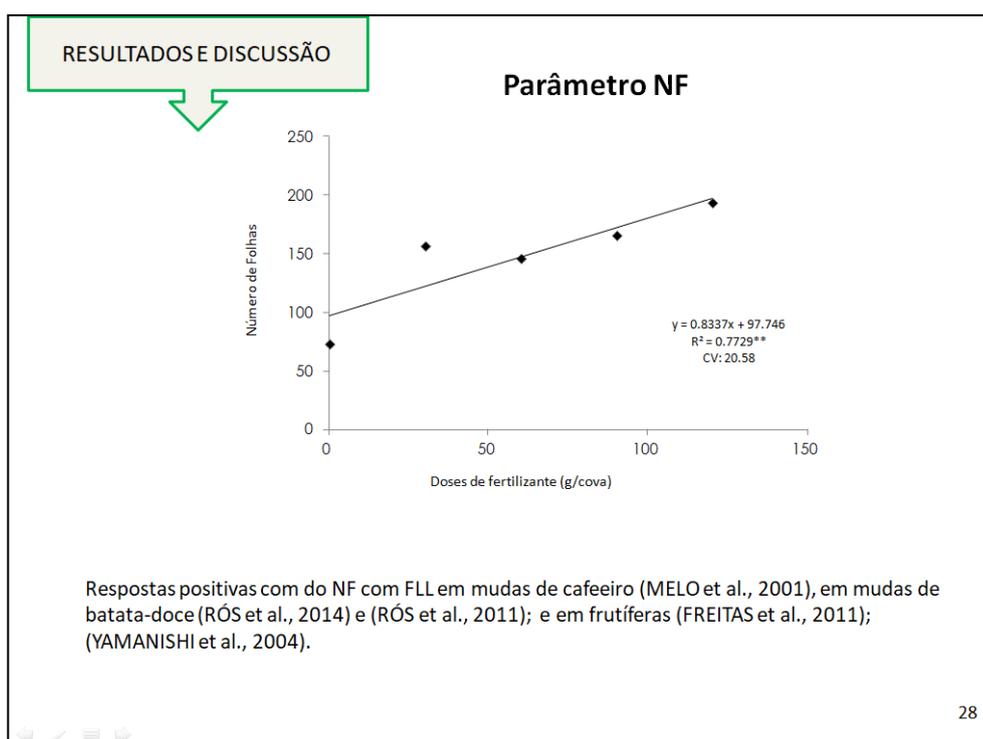
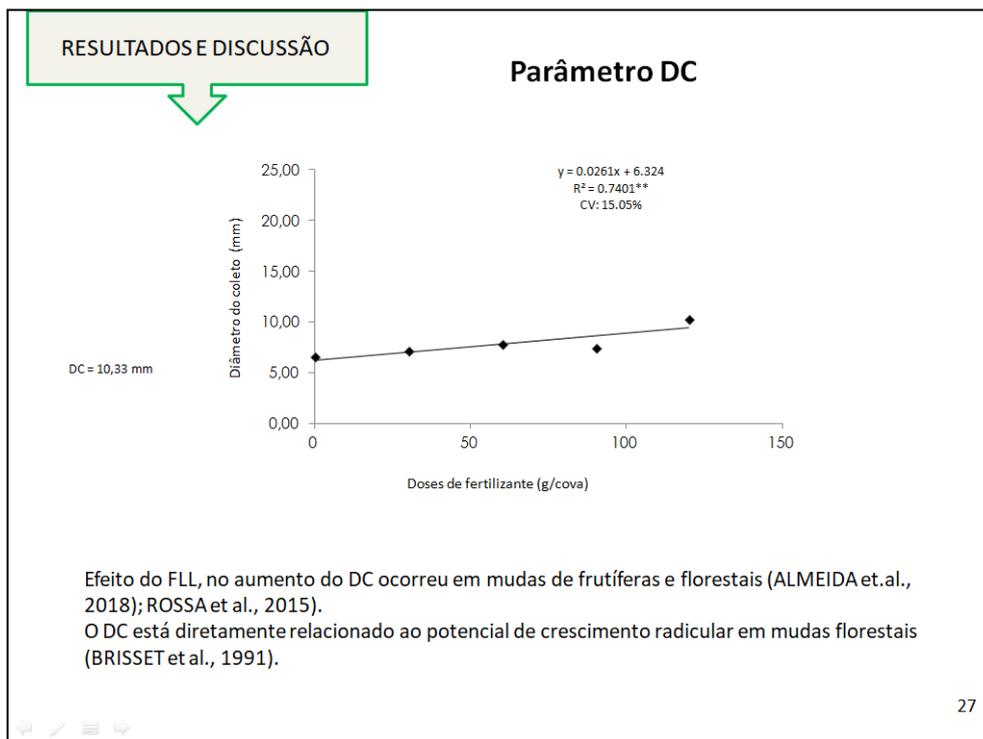
Parâmetro H

$y = 0,2976x + 89,36$
 $R^2 = 0,688^{***}$
 CV: 12,29%

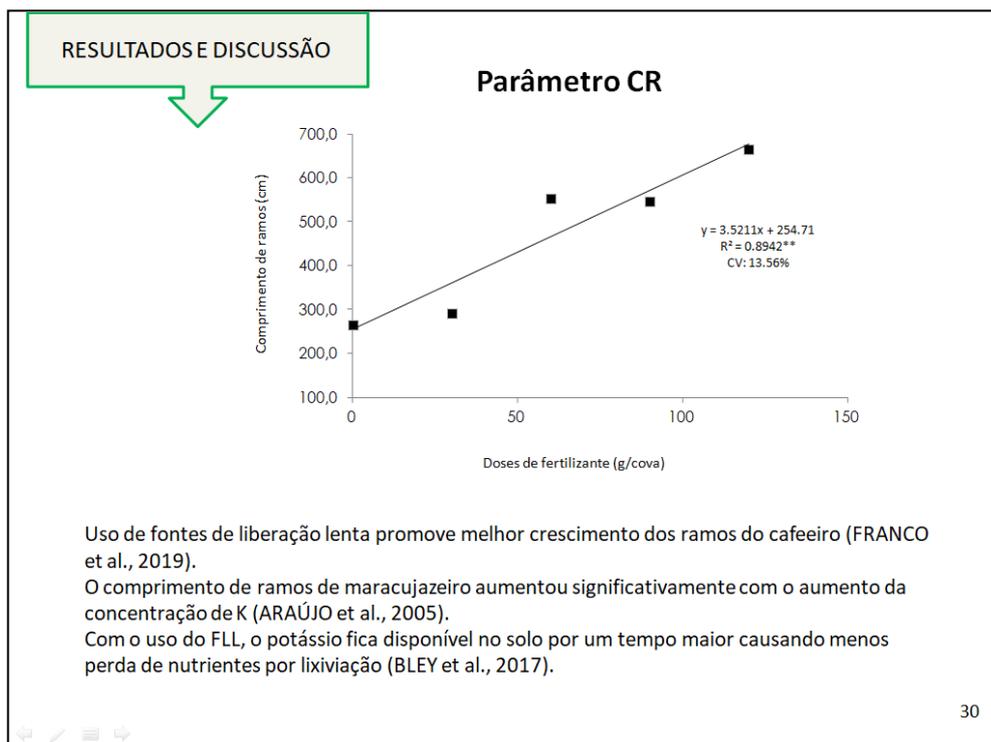
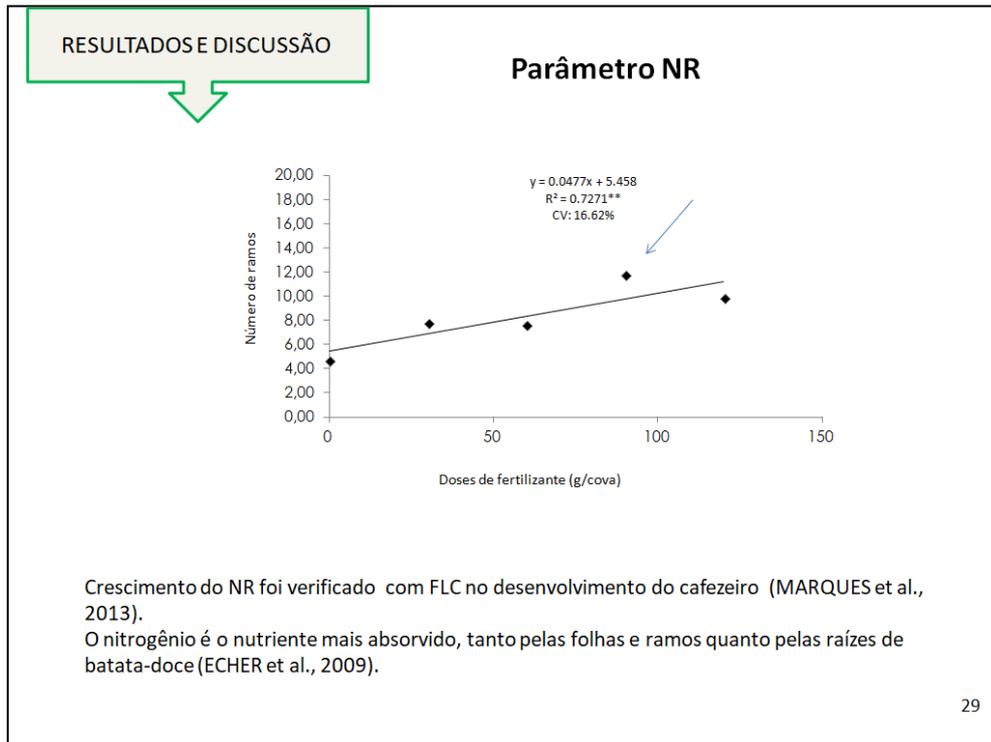
Efeito do FLL, no aumento da altura, pode ocorrer devido à disponibilidade de N, P e K ao longo do período de crescimento da planta (GOMES et al., 2020).
 Incremento na altura de plantas em função do aumento da dose do FLL está relacionado com o fornecimento do nutriente em proporções adequadas para cada etapa de desenvolvimento da planta (MARANA et al., 2008).

26

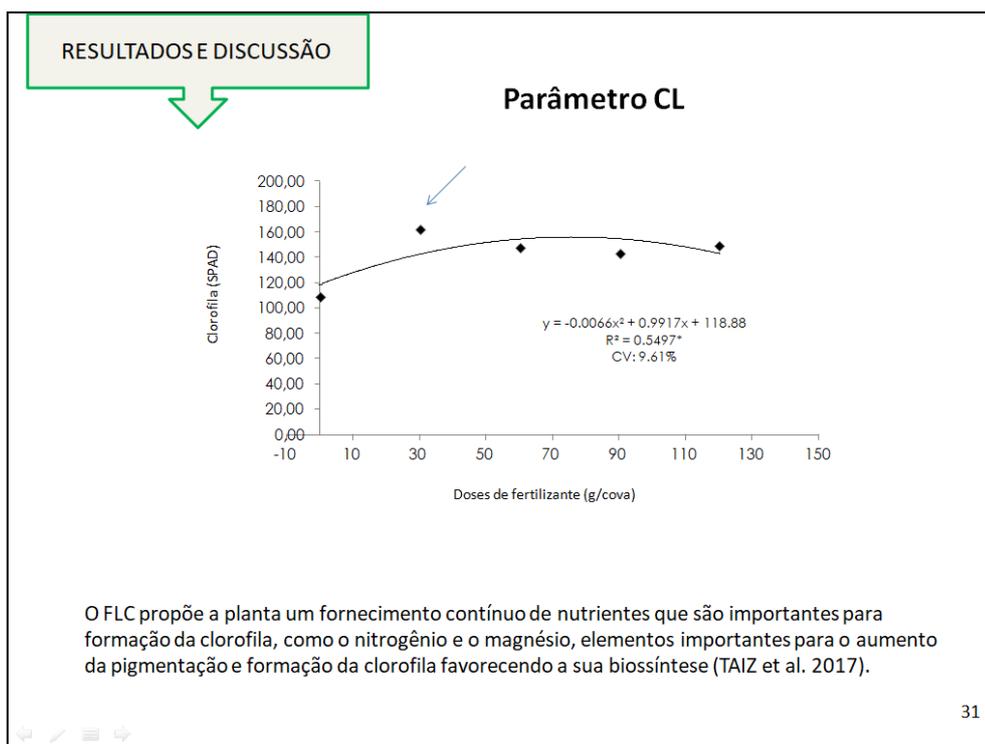
Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



CAPÍTULO 2

USO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO VERTICAL

Conclusão

⇒ FLC incremento: altura (H)
 diâmetro do coleto (DC)
 número de ramos (NR)
 número de folhas (NF)
 comprimento de ramos (CR)
 clorofila (CL)

⇒ O FLC não apresentou efeitos significativos para os parâmetros BFPA, BSPA, BFR e BSR.
 A dose de 40 g por cova de plantio de fertilizante NPK convencional resultou em maiores BFR e BSR quando comparada ao tratamento sem fertilização.

32

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

CAPÍTULO 3
Resultados

FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO HORIZONTAL

Parâmetros de produção				
Tempo (180 dias)				
Doses de FLC	BFPA(g)	BSPA(g)	BFR(g)	BSR(g)
0 g	1203,33Cc	243,38Cb	2797,50ABa	467,27ABab
30g	1821,67Bb	338,13BCab	1604,75Ba	334,32ABb
60g	1770,00Bb	320,21BCb	1251,00Ba	295,83ABb
90g	2204,16Aa	447,95ABa	1941,66ABa	412,56ABab
120g	1594,44Bb	350,87BCab	1756,66Ba	594,70Aa
40g NPK	2415,00A	528,63A	3330,00A	263,20B
CV (%)	6,60	12,39	36,39	28,34

Incremento significativo de MFPA comparado ao tratamento controle, confirmando a necessidade de adubação (ROSSA et al., 2015).
 Resultados positivos de MSPA com FLL (GOMES, et al., 2020)

33

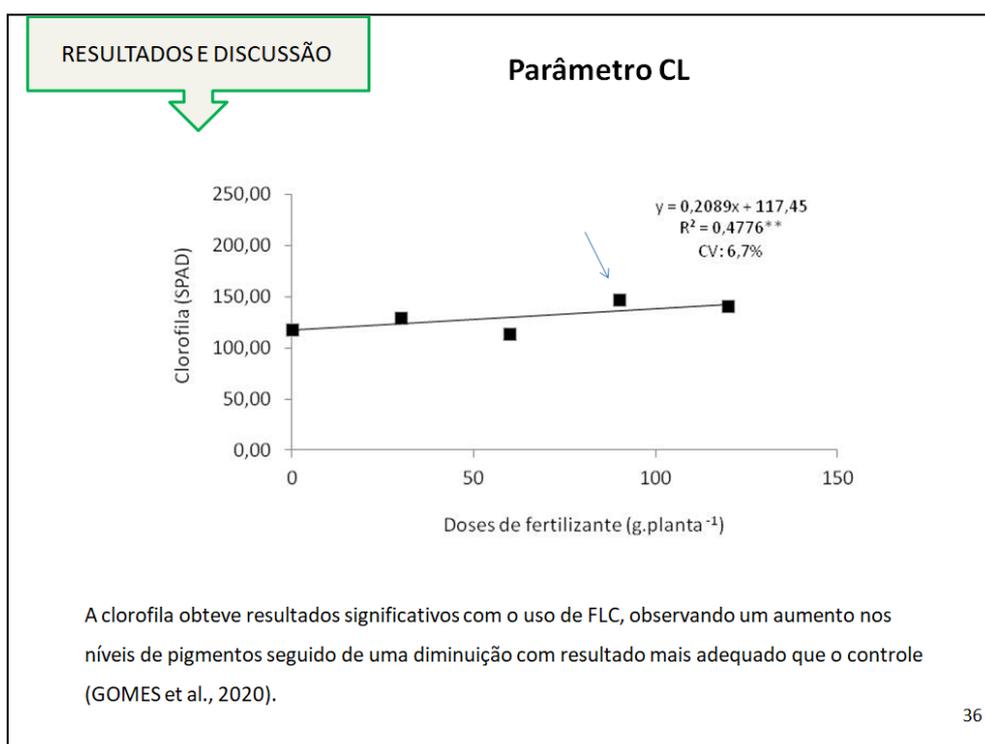
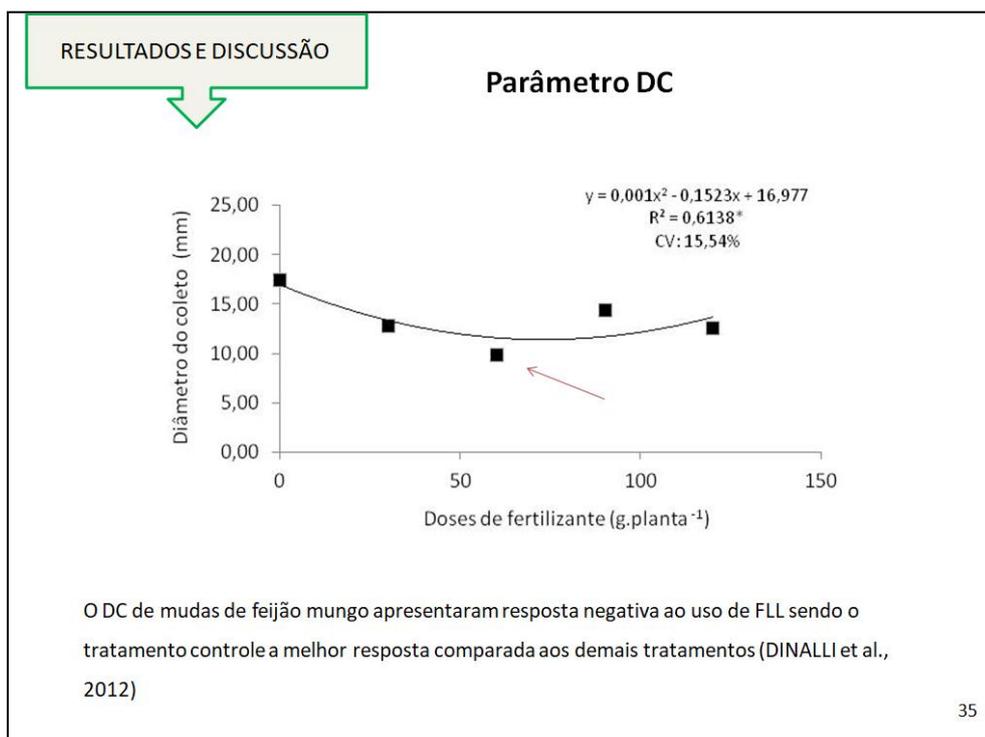
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetro NR

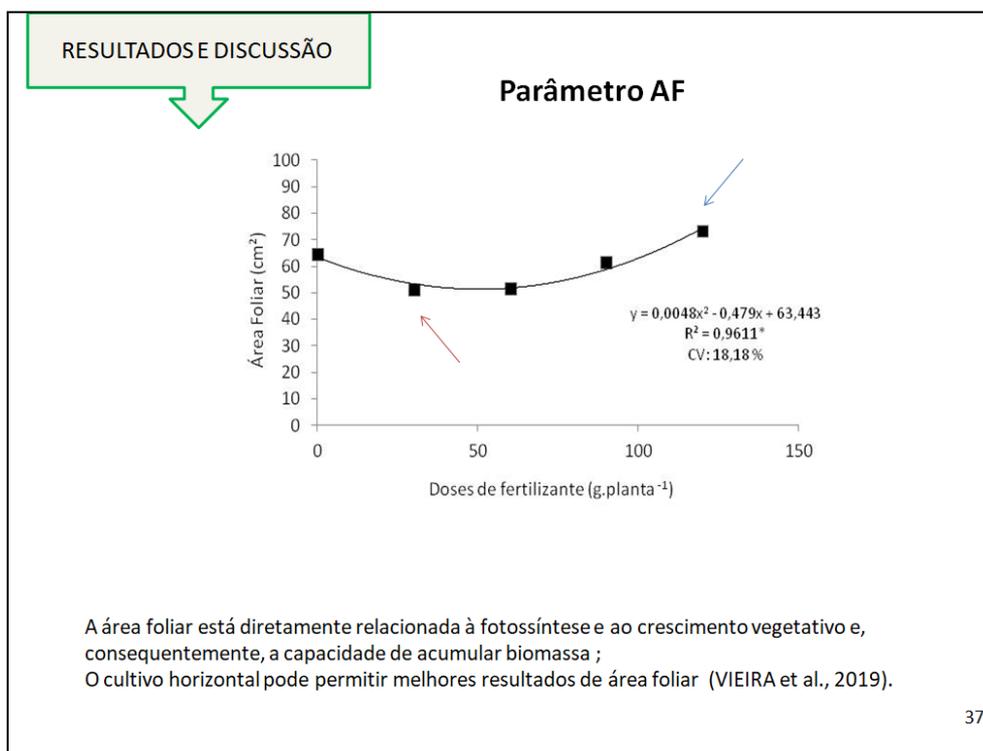
A adubação fosfatada promoveu efeito significativo para o número de ramos em maracujazeiro amarelo (SANTOS et al., 2013).
 O aumento da produção depende do aumento dos ramos produtivos e o nutriente P estimula o desenvolvimento radicular (CAVALCANTE et al., 2003).

34

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



CAPÍTULO 3

FERTILIZAÇÃO MINERAL NO DESENVOLVIMENTO DE BATATA-DOCE BRS AMÉLIA EM CULTIVO HORIZONTAL

Conclusão

⇒ FLC incremento: número de ramos (NR)
 clorofila (CL)
 área foliar (AF)

⇒ A dose de 90 g por cova de plantio de FLC resultou em maiores respostas para BFPA e BSPA e 120 g por cova de plantio para BSR quando comparadas aos tratamentos com fertilização controlada.
 As respostas foram superadas pelo uso do fertilizante NPK convencional na dose de 40 g por cova para a BFPA, BSPA e BFR.

38

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

Considerações finais

- ⇒ Contribuir para a produção de batata-doce biofortificadas;
- ⇒ Estimular o uso adequado de tecnologias de fertilização;
- ⇒ Fomentar o desenvolvimento rural sustentável;
- ⇒ Estabelecer políticas públicas para comercialização da batata-doce biofortificada;
- ⇒ Elaborar referências úteis para a produção de batata-doce em diferentes sistemas de cultivo.

39

Perspectivas de publicações

- 1 - Tecnologias de fertilização para a classificação de batata-doce biofortificadas
- 2 - Desenvolvimento de batata-doce biofortificada em diferentes doses de composto orgânico e fertilizante de liberação controlada
- 3 - Análise econômica de produção de batata-doce biofortificada com diferentes fertilizantes
- 4 - Avaliação alimentar de cultivares biofortificadas de batata-doce sob diferentes sistemas de produção e fertilização
- 5 - Produção de batata-doce biofortificada em sistema orgânico agroflorestal
- 6 - Análises organolépticas de protótipo alimentar a base de batata-doce biofortificada

40

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)

Referências

- ANDRADE JÚNIOR V.C.; VIANA, D.J.S.; PINTO, N.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, R.C.; NEIVA, I.P.; AZEVEDO, A.M.; ANDRADE, P.C.R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n.4, p. 584-589, 2012.
- ARAÚJO, R.C.; BRUCKNER, C.H.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; VENEGAS, A.; DIAS, J.M.M.; PEREIRA, W.E.; SOUZA, J.A. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.27, n.1, p. 128-131, 2005.
- BALDUINO, G.F. 2021. Potencial ornamental de clones de batata-doce no Distrito Federal. 28f. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- BLEY, H.; GIANELLO, C.; SANTOS, L.D.S.; SELAU, L.P.R. Nutrient release, plant nutrition, and potassium leaching from polymer-coated fertilizer. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1-11, 2017.
- CAVALCANTE, L.F.; ANDRADE, R.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, S.M. Qualitative characterization in fruits of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) in function of irrigation water salinity. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n.1, p. 39 – 45, 2003.
- CEAGESP - CENTRO DE QUALIDADE HORTIGRANJEIRO. **Ficha da batata-doce**. São Paulo: CEAGESP, 2011. 6p.
- CRUZ, S.M.C.; FILHO, A.B.C.; NASCIMENTO, A.S.; VARGAS, P.F. Mineral nutrition and yield of sweet potato according to phosphorus doses. **Comunicata Scientiae**, v. 7, p. 183-191, 2016.
- DINALLI, R.P.; CASTILHO, R.M.M.; GAZOLA, R.N. Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 21, n. 1, p. 10-15, 2012.
- ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n.2, p.176-182, 2009.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Batata - Doce Beauregard A Batata Vitaminada. 2011. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliça. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/602/batata-doce--beauregard/>. Acesso em: 07/02/2022.
- FRANCO JUNIOR, K.S.; CARVALHO, J.S.; GUIMARÃES, B.C.; BARBOSA, C.K.R.; BRIGANTE, G.P.; DIAS, M.S.; APRELINI, A.; SILVA, N.O. Avaliação do aduso de liberação lenta no desenvolvimento inicial e produção de café. **Coffee Science**, [s.l.], v. 14, n.4, p. 538-543, 2019.
- FREITAS, E.L.; FERNANDES, A.R.C.C.; ROLIM, M.M.; SILVA, M.M.; FRANÇA e SILVA, E.F.; DANTAS, M.S.M.; CABRAL, E.F. Avaliação de parâmetros biométricos da cana-de-açúcar em função de diferentes níveis de irrigação e adubação. In: XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. Recife, Brasil, 2013.
- GOMES, E.N.; VIEIRA, L.M.; FAGUNDES, C.M.; ROSSA, U.B.; TOFANELLI, M.B.D.; DESCHAMPS, C. Controlled-release fertilizer increases growth, chlorophyll content and overall quality of loquat seedlings. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. 1-8, 2020.
- MARANA, J.P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E.P.; KAINUMA, R.H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.

41

Referências

- MARQUES, H.M.C.; ROMAGNOU, T.; FRAGA JUNIOR, E.F.; PAIVA, R.; MAURI, R. Desenvolvimento inicial do cafezeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada. **Centro Científico Conhecer**, v.9, n.16, p. 2994, 2013.
- MODRZYNSKI, 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, p. 879-893, 2015.
- NUNES, A.R.A.; FERNANDES, A.M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L.; MAGOLBO, L.A.; CARMO, E.L. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandiocinha-salsa. **Ciência Rural**, v. 46, n.2, p. 242-247, 2016.
- MARQUES, H.M.C.; ROMAGNOU, T.; FRAGA JUNIOR, E.F.; PAIVA, R.; MAURI, R. Desenvolvimento inicial do cafezeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada. **Centro Científico Conhecer**, v.9, n.16, p. 2994, 2013.
- PRADO, R.M.; FILHO, A.B.C. 2016. Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal, Brasil, 2016.
- RÓS, A.B.; ARAÚJO, H.S.; NARITA, N.; FILHO, J.T. Uso de fertilizante e tempo de permanência de mudas de batata-doce produzidas em bandeja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 8, p. 845-851, 2011.
- RÓS, A.B.; TAVARES FILHO, J.; BARBOS, G.M.C. Produtividade de raízes tuberosas de batata-doce em diferentes sistemas de preparo do solo. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p. 1929- 1935, 2014.
- ROSSA, Ú.B.; ANGELO, A.C.; NOGUEIRA, A.C.; WESTPHALEN, D.J.; BASSACO, M.V.M.; MILANI, J.E.F.; BIANCHIN, J.E. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v. 43, n.1, p. 93-104, 2013.
- ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; WESTPHALEN, D.J.; OLIVEIRA, F.E.M.; SILVA, F.F.; ARAÚJO, J.C. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de muda de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (Angico Vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Radde (Aroeira - Vermelha). **Ciência Florestal**, v. 25, n.4, p. 841-852, 2015.
- RESENDE, G.M.; FERREIRA, J.C. Batata-doce cultivar adequada faz toda a diferença. Campo e Negócios, p.24-25, 2019.
- SANTOS, L.C.N.; PAULINO, M.A.; ALEXANDRE, J.P.; MENESES, A.T.; SOARES, R.L.; ALBUQUERQUE, M.B. 2013. Influência da adubação fosfatada no desenvolvimento do maracujazeiro-amarelo. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 28 de julho a 2 de agosto. Florianópolis/SC.
- SILVA, G.O.; SUINAGA, F.A.; PONJALEKI, R.; AMARO, G.B. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. **Revista Ceres**, v.4, p.379-383, 2015.
- VIANA, D. J. S.; JÚNIOR, V. C. A.; RIBEIRO, K. G.; PINTO, N. A. V. D.; NEIVA, I. P.; FIGUEIREDO, J. A.; LEMOS, V. T.; PEDROSA, C. E.; AZEVEDO, A. M. Potential of silages of sweet-potato foliage for animal feeding | potencial de silagens de ramas de batata-doce para alimentação animal. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1466-1471, 2011.
- WIDODO, Y.; WAHYUNINGSIH, S.; UEDA, A. Sweet potato production for bio-ethanol and food related industry in indonesia: challenges for sustainability. **Procedia Chemistry**, v.14, p. 493-500, 2015.

42

Anexo 1. Eslaides utilizados como material didático de apresentação de defesa de mestrado (cont.)



 **INSTITUTO FEDERAL**
Catarinense

 Mestrado Profissional
**TECNOLOGIA
E AMBIENTE**

OBRIGADA






Eng^a Agrônoma
Lilian. F. Sfindrych Gonçalves

43