

JULIMARA DOS REIS OLIVEIRA ALVES

**USO DE SUSPENSÃO HOMOGÊNEA À BASE DE *Lithothamnium calcareum* PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJÁ**

BAMBUÍ - MG

2024

JULIMARA DOS REIS OLIVEIRA ALVES

**USO DE SUSPENSÃO HOMOGÊNEA À BASE DE *Lithothamnium calcareum* PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí como exigência para a obtenção do título de Mestra em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Linha de pesquisa: Ecologia Aplicada

Projeto Estruturante: Estudos em Agroecossistemas IV - Sustentabilidade na produção vegetal

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cardoso Clemente Filha
Ferreira de Paula

Coorientador: Prof. Dr. Paulo César de Melo

BAMBUÍ - MG

2024



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PARECER Nº 11

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação intitulada “**Uso de suspensão homogênea à base de Lithothamnium calcareum para a produção de mudas de maracujá**”, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Julimara dos Reis Oliveira Alves**, sob a orientação da prof. Dra. **Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula** e como coorientador o prof. **Dr. Paulo César de Melo**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 30/08/2024, com a média de 90,0 pontos.

Bambuí (MG), 30 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Julimara dos Reis Oliveira Alves, Usuário Externo**, em 06/09/2024, às 14:47, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Boavida Ferreira, Usuário Externo**, em 07/09/2024, às 11:51, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Neimar de Freitas Duarte, Professor**, em 18/09/2024, às 08:57, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula, Professora**, em 18/09/2024, às 10:40, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **PAULO CÉSAR DE MELO, Usuário Externo**, em 18/09/2024, às 11:07, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2030872** e o código CRC **68F3BBC9**.

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu esposo, ao meu avô (em memória) e padrinho, meus exemplos, verdadeiros pilares em minha vida, os quais sempre despertaram a minha melhor versão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por seu infinito amor e por ser minha maior fortaleza em todo o tempo.

Aos meus pais, Júnio e Lázara, e minhas irmãs, Francimara e Fernanda, pelo apoio incondicional.

Ao meu marido, Jhonathan, pela parceria, encorajamento e amor de sempre.

Ao meu avô, Pedro (em memória), e ao meu padrinho, Lázaro Carlos, pelo carinho e importante incentivo para a concretização dos meus objetivos.

À minha orientadora, Ana Cardoso, ao meu coorientador, Paulo César, ao programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental e ao IFMG-Bambuú pela rica oportunidade de produzir e compartilhar conhecimentos tão valiosos.

À Ana Hortência, ao Laboratório de Farmacobotânica e Plantas Medicinais da UFSJ-*campus* Dona Lindu, especialmente a Mairon, pela paciência e disponibilidade sempre que precisei.

A Moacir Andrino, Diego Miranda e Raiy Ferraz, pela partilha de experiências fundamentais para que este trabalho pudesse ser realizado.

E, por fim, agradeço aos amigos e familiares de modo geral, os quais sempre estiveram torcendo por mim e vibrando com a realização dos meus sonhos.

“Seja forte e corajoso, não se apavore e nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde andar.”

Josué 1:9

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Produção de mudas	12
3.2 Agricultura familiar	13
3.3 Bioestimulantes	14
3.4 <i>Lithothamnium calcareum</i>	15
3.5 Metabolismo vegetal	16
3.6 Compostos fenólicos	18
3.7 Nutrição em vegetais	20
4. METODOLOGIA	20
4.1 Obtenção do material vegetal	20
4.2 Implantação do experimento	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Parâmetros biométricos	27
5.2 Particionamento de raiz e parte aérea	32
5.3 Doseamento de açúcares solúveis totais	34
5.4 Doseamento de compostos fenólicos	36
5.5 Análise de minerais foliares	38
6. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE - Produto Técnico-Tecnológico: Manual de produção de mudas de maracujá utilizando bioestimulantes	49

RESUMO

O Brasil lidera a produção mundial de maracujá, no entanto, os pequenos e médios agricultores brasileiros enfrentam problemas relacionados à baixa qualidade das mudas utilizadas na implantação de seus pomares e práticas, muitas vezes, inadequadas de cultivo. Deste modo, tornam-se interessantes o desenvolvimento e o emprego de técnicas de obtenção de mudas vigorosas, que gerem pomares rentáveis, além de contribuírem para a promoção da sustentabilidade e valorização da agricultura familiar. O objetivo deste trabalho foi estabelecer a melhor dose de bioestimulante à base de alga *Lithothamnium calcareum* para a produção de mudas de maracujá BRS Gigante Amarelo. O delineamento foi em blocos casualizados, e o experimento foi composto por 4 tratamentos nas doses de 3, 6, 9 e 12 mL/L de bioestimulante em floating contínuo, e o grupo controle contendo apenas solução nutritiva. Foram avaliados o número de folhas, o comprimento de terceira folha, a altura de mudas, a massa fresca e seca de raiz e a parte aérea, o comprimento de raiz, o teor de açúcares totais, os compostos fenólicos e os nutrientes foliares. A dose de 6 mL/L do produto se mostrou mais eficiente até os 20 dias após o transplântio, contribuindo para altura, o comprimento da terceira folha e para o aumento dos índices de fenóis até o 13º dia de transplântio, bem como para o aumento dos níveis de açúcares na parte aérea e na raiz aos 31 DAT. Também foi responsável pela maior eficiência agrônômica no acúmulo de nutrientes como Ca, N, Zn, Mn e Fe. A dose de 3 mL/L demonstrou melhores resultados para altura e comprimento da terceira folha avaliados após os 20 dias de transplântio, além de ter promovido maior eficiência agrônômica para a assimilação de B, S, P, K e Mg aos 31 DAT. Para o acúmulo de açúcar na parte aérea, esta dose foi melhor até o 13º dia de transplântio. Portanto, recomenda-se o uso do produto Ultra Litho Max para a produção de mudas do maracujá BRS Gigante Amarelo devido aos seus efeitos benéficos relacionados ao desenvolvimento, precocidade, qualidade e nutrição das mudas.

Palavras-chave: Bioestimulante, *Lithothamnium calcareum*, maracujá, mudas.

ABSTRACT

Brazil is the world leader in passion fruit production. However, small and medium-sized Brazilian farmers face problems related to the low quality of seedlings used to establish their orchards and often intensive cultivation practices. Therefore, it is interesting to develop and use techniques to obtain vigorous seedlings that generate profitable orchards, in addition to contributing to the promotion of sustainability and appreciation of family farming. The objective of this study was to establish the best dose of biostimulant based on the algae *Lithothamnium calcareum* for the production of BRS Gigante Amarelo passion fruit seedlings. The design was randomized blocks, and the experiment consisted of 4 treatments at doses of 3, 6, 9 and 12 mL/L of biostimulant in continuous floating and the control group containing only nutrient solution. The following parameters were evaluated: number of leaves, length of the third leaf, seedling height, fresh and dry mass of roots and shoots, root length, total sugar content, phenolic compounds and leaf nutrients. The 6 mL/L dose of the product was more efficient up to 20 days after transplanting, contributing to height, length of the third leaf and increased phenolic indices up to the 13th day of transplanting, as well as to increased sugar levels in the shoots and roots at 31 DAT. It was also responsible for greater agronomic efficiency in the accumulation of nutrients such as Ca, N, Zn, Mn and Fe. The 3 mL/L dose showed better results for height and length of the third leaf evaluated after 20 days of transplanting, in addition to promoting greater agronomic efficiency for the assimilation of B, S, P, K and Mg at 31 DAT. For sugar accumulation in the shoots, this dose was better up to the 13th day of transplanting. Therefore, we recommend the use of the Ultra Litho Max product for the production of BRS Gigante Amarelo passion fruit seedlings due to its beneficial effects related to the development, precocity, quality and nutrition of the seedlings.

Keywords: Biostimulant, *Lithothamnium calcareum*, passion fruit, seedlings.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, tanto pelas condições climáticas favoráveis quanto pela aceitação do fruto, seja para o consumo *in natura* ou para a indústria de polpa. Só no ano de 2022, o país obteve uma produção de 697.859 toneladas e um rendimento médio de 15,3 toneladas por hectare. Além da capacidade produtiva, a grande importância econômica desta cultura também é atribuída à alta taxa de empregabilidade (CAVICHOLI, 2018; LACERDA *et al.*, 2020; IBGE, 2022).

Mesmo apresentando esse potencial de produção, segundo o Instituto de Economia Agrícola (2019), nos últimos quinze anos, observou-se uma diminuição da área de cultivo na região sudeste do país, fato que provocou perdas econômicas, principalmente para pequenos e médios produtores. Isso pode estar relacionado a diversos fatores, como qualidade inferior do material biológico e de mudas, falta de manejo adequado e adubação incorreta (QUARESMA *et al.*, 2020; FREIRE *et al.*, 2020; DE PAULA, 2021).

A cultura do maracujazeiro tem ciclo curto, em torno de dois anos, na maioria das regiões produtoras do país, com início de produção entre os 6 e 9 meses após o plantio, o que exige do produtor a renovação constante das áreas plantadas, por meio da produção ou aquisição de mudas de alta qualidade (LACERDA *et al.*, 2020).

Para favorecer a expansão dos plantios de maracujá, é necessário o uso de tecnologias de produção que sejam capazes de elevar a produtividade e a rentabilidade dos pomares por meio de estratégias direcionadas a favorecer a precocidade da primeira produção, emprego de mudas de qualidade na implantação do pomar e garantia de nutrição adequada (KATO, 2018).

A muda é considerada a chave principal e mais importante para implantação de uma lavoura de maracujá. A qualidade das mudas, juntamente com o manejo adequado, gera pomares produtivos e rentáveis; mas, para que isso aconteça, é importante a utilização de uma técnica apropriada de formação delas (LACERDA *et al.*, 2020).

Novas tecnologias vêm sendo empregadas com a finalidade de incrementar a produção das diferentes culturas, incluindo o uso de reguladores de crescimento e bioestimulantes. No que diz respeito aos bioestimulantes, o uso destes compostos tem melhorado fisiologicamente processos de germinação e crescimento de plantas de variadas espécies e cultivares. Métodos que induzem uma qualidade fisiológica e germinação são fatores que podem auxiliar no incremento do desempenho das sementes e na uniformidade das plantas no campo (LACERDA *et al.*, 2020).

A busca por métodos alternativos de produção de mudas pode contribuir com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - 2. fome zero e agricultura sustentável; 3. saúde e bem-estar; 8. trabalho decente e crescimento econômico; 12. consumo e produção responsáveis - estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da utilização de bioprodutos em

substituição a insumos químicos poluentes, promovendo a produção sustentável de alimentos, a valorização do produtor rural e o crescimento econômico do país, além de ser uma forma de disseminar a conscientização ambiental.

Assim sendo, é fundamental estudar a interação entre as dosagens desses produtos na produção de mudas de maracujá, a fim de otimizar a produção e fornecer mudas de qualidade para o plantio e condução da lavoura.

Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a utilização de diferentes doses de bioestimulante à base de alga na produção de mudas de maracujazeiro Gigante Amarelo em viveiro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estabelecer a melhor dose do bioestimulante Ultra Litho Max, uma suspensão líquida homogênea à base de *Lithothamnium calcareum*, para produção de mudas de maracujá, colaborando, assim, para o desenvolvimento da sustentabilidade agrícola e agricultura familiar por meio do uso de insumos de origem biológica e do fortalecimento de uma cultura produzida principalmente por pequenos e médios produtores.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar qual a melhor dose de Ultra Litho Max para produção de mudas de maracujá;
- Produzir mudas de qualidade por meio do uso de bioestimulantes;
- Monitorar o efeito do bioestimulante e sua relação com parâmetros biométricos;
- Realizar quantificação de açúcares totais, fenólicos totais e minerais presentes nas folhas;
- Gerar e disseminar conhecimento científico que favorecerá a sustentabilidade agrícola e a agricultura familiar;
- Produzir, a partir das informações obtidas, um manual de produção de mudas de maracujá utilizando bioestimulantes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção de mudas

A fruticultura é o ramo da agricultura que visa produzir economicamente e racionalmente frutos com o intuito de comercialização. No Brasil, esta atividade é desempenhada por pequenos, médios e grandes produtores que buscam aprimorar seus plantios por meio das tecnologias disponíveis para melhor desempenho agrícola (GUILHERME, 2019).

O gênero *Passiflora* é o mais representativo da família Passifloraceae, com cerca de 750 espécies distribuídas em zonas tropicais e subtropicais, sendo que, destas, 120 são nativas do Brasil.

Dentre as plantas desse gênero, podemos destacar o maracujá, cultura que possui significativa importância socioeconômica para o país, pois oferece renda distribuída pela maior parte do ano, tornando-se uma alternativa interessante para a agricultura familiar (CAVICHOLI *et al.*, 2018; DE PAULA, 2021).

A formação de mudas de qualidade é uma etapa importante para aumentar a produtividade e, especialmente, a precocidade da primeira produção no maracujazeiro. A muda é o insumo mais importante na implantação de um pomar, pois mudas produzidas com qualidade, desde que adequadamente manejadas, originam pomares produtivos e rentáveis; mas, para isso, é necessária a utilização de uma boa técnica de formação delas (ALMEIDA *et al.*, 2011; DE PAULA, 2021).

Sena *et al.* (2024) demonstram, em seu trabalho, que mudas bem nutridas são capazes de se desenvolver e crescer melhor. Por isso, uma nutrição mineral adequada também é de grande importância para a formação e desempenho das mudas.

De acordo com Neto *et al.*, pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2015), a formação de mudas pode ser feita a partir de sementes, estacas, enxertia ou micropropagação e deve acontecer entre 80 e 90 dias antes da implantação do pomar. Ainda segundo as recomendações técnicas divulgadas pelos autores, a utilização de substratos comerciais durante a etapa de produção de mudas torna-se mais vantajosa quando é realizada em tubetes. Além disso, na publicação, os autores indicaram como adubação química de plantio das mudas a campo o uso de nitrogênio, fósforo, boro, cobre, manganês e zinco em pequenas proporções.

Almeida *et al.* (2011), em seu trabalho, também mostraram que a semeadura em recipientes era, à época, a forma mais empregada na produção de mudas frutíferas, destacando como vantagens a maior precocidade de produção, menor risco de contaminação por patógenos do solo, menor disseminação de plantas invasoras, melhor controle ambiental e melhor aproveitamento das sementes e da área de produção de mudas.

3.2 Agricultura familiar

A agricultura familiar é uma das principais produtoras de alimento para a população brasileira, respondendo, em 2017, por 80% da produção de mandioca, quase 70% da produção de abacaxi e mais de 40% da produção de café, banana e feijão (MAPA, 2019).

Silva (2016) demonstra a importância desta atividade como uma maneira de inserir a sustentabilidade no ambiente rural por meio do manejo e métodos de produção, prezando pela conservação dos recursos naturais, preservação da biodiversidade, uso adequado do solo e redução dos impactos ambientais.

Neste contexto, o cultivo do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) assume um papel de destaque na agricultura familiar brasileira, impactando significativamente a economia e a sociedade,

uma vez que a cultura é de grande importância para as famílias agricultoras em todo o território nacional. Cada hectare pode gerar, em média, de 3 a 4 empregos diretos e empregar de 7 a 8 pessoas indiretamente (CAVICHOLI, 2018).

Ademais, a produção de maracujá pode promover o desenvolvimento rural através da redução do êxodo rural, diminuição da pobreza e desigualdade social no campo, geração de renda e melhoria da qualidade de vida da comunidade local (MACHADO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2022; SOUSA *et al.*, 2022).

3.3 Bioestimulantes

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento é o órgão responsável pela regulamentação e classificação dos bioestimulantes em território nacional, conforme Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020. No Brasil, estes compostos são classificados como biofertilizantes, e a classe envolve produtos como extratos de algas, aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, além de reguladores vegetais como auxinas, citocininas e giberelinas. Os produtos comercializados são líquidos ou pó solúvel, muitas vezes, como fertilizantes, podendo conter macro e micronutrientes, além do princípio ativo bioestimulante. Estes produtos são altamente solúveis em água e adaptáveis aos demais compostos para aplicação tanto diretamente no solo quanto nas folhas, frutos e sementes (RAMOS *et al.*, 2023).

Embora a validação científica dos bioestimulantes exija bioensaios que comprovem a bioatividade, a maior parte destes produtos são registrados no país como fertilizantes orgânicos, dispensando a comprovação da atividade biológica. No entanto, diversos estudos têm sido realizados comprovando os benefícios desses compostos no cultivo de mudas de interesse agrônômico (RAMOS *et al.*, 2023).

Dentre os efeitos atribuídos ao uso de bioestimulantes, estão maior capacidade de enraizamento, melhor produção de parte aérea e acúmulo de massa de matéria seca total, aumento do rendimento e maior peso de grãos, melhor qualidade nutricional, maior produtividade, otimização na formação de mudas, aumento de vigor e precocidade, dentre outros (ZODAPE *et al.*, 2009; ZODAPE *et al.*, 2010; FERRAZZA E SIMONETTI, 2010; NEUMANN *et al.*, 2017; GUERRA, *et al.*, 2022).

Diversos estudos têm revelado o importante papel dos bioprodutos como alternativas promissoras no cultivo de diferentes mudas. No contexto atual, extrato de algas como *Ascophyllum nodosum* e *Kappaphycus alvarezii*, por exemplo, é utilizado em diferentes cultivos, beneficiando o aumento da produção comercial, melhor pegamento dos frutos, maior rendimento agrícola, retardo da deterioração dos frutos, melhoria do vigor da planta e promoção da tolerância a estresses abióticos. Outra alga bastante utilizada como fonte de nutrientes para a agricultura é *Lithothamnium calcareum*,

que possui uma diversidade de minerais em quantidades consideráveis (BETTINI, 2015; AQUACULTURE BRASIL, 2022).

Adoko *et al.* (2022) testaram a aplicação de um bioestimulante à base de *Pseudomonas putida* em sementes de milho e verificaram que os tratamentos se mostraram positivos para o desenvolvimento das plantas, tendo encontrado diferença significativa para altura, área foliar, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos de milho, melhorando, ainda, a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio. Além disso, os autores concluíram que o uso do bioestimulante, juntamente com meia dose de adubo mineral, foi benéfico para o crescimento, produtividade e estado nutricional do milho.

Os extratos de algas marinhas apresentam os mais diversos componentes, dentre eles, fitormônios, incluindo auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e brassinosteróide, além de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, que, juntos, podem explicar as respostas fisiológicas das plantas submetidas a estes produtos (LOBO, 2018).

De Melo *et al.* (2020), em seu estudo utilizando bioextrato da macroalga vermelha *Kappaphycus alvarezii* para cultivo de pimenta, relataram a influência positiva do produto para o crescimento e atividade metabólica das plantas, evidenciando um aumento no teor de clorofila das folhas, atribuído às betaínas presentes nos extratos de algas, e consequente elevação da taxa fotossintética.

É válido ressaltar que a variação de espécies de algas, a composição química do extrato, o método de extração e os produtos químicos utilizados na produção do bioestimulante podem influenciar em sua ação, podendo promover diferentes efeitos em uma mesma cultura (KHAIRY e ELSHAFAY, 2013).

3.4 *Lithothamnium calcareum*

O gênero *Lithothamnium* é composto por 76 espécies de algas, 3 variedades e 10 formas reconhecidas pela taxonomia. Caracteriza-se por ser uma estrutura complexa de microporos que permitem a retenção de água e uma grande área superficial que possibilita diversas interações (RAMOS *et al.*, 2023).

Lithothamnium calcareum é uma alga pertencente à família *Corallinaceae*, produzida principalmente na França, que, viva, apresenta-se na coloração vermelha e, quando morre, adquire uma coloração cinza-azulado. No Brasil, pode ser encontrada em reservas naturais nas costas brasileiras (BETTINI, 2015).

A extração da alga pode ocorrer mecanicamente, por meio de navios ou por processos manuais. A alga *in natura* passa por higienização, desidratação e moagem, é ensacada e comercializada em pó ou em suspensão homogênea, podendo ser aplicada de diferentes formas

(BETTINI,2015).

A matéria comercializada é constituída pela alga morta, desidratada e processada e tem, em sua composição, cerca de 95 a 99% de minerais, cujos principais são carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, que são essenciais às plantas, além de outros em volumes consideráveis. Por isso, essa alga é considerada uma fonte alternativa de nutrientes para a agricultura.

Pesquisas recentes demonstraram o potencial do produto oriundo da alga para aumentar a concentração de cálcio e magnésio no solo, além de neutralizar o alumínio presente, que é um dos principais responsáveis pela acidez do solo, pois, com o pH baixo, o hidrogênio atua nos minerais liberando íons de alumínio, os quais ficam retidos nas cargas negativas do solo e em equilíbrio com o alumínio que fica em solução, prejudicando, assim, a performance das plantas, causando toxicidade (ECHART E CAVALLI-MOLINA, 2001; BETTINI, 2015; DA SILVA *et al.*, 2023).

Aguiar (2024) revela que os compostos marinhos já são utilizados nas atividades agrícolas desde o século XVII como fertilizantes do solo. Segundo o autor, *Lithothamnium calcareum*, que é uma alga calcária, por exemplo, é matéria-prima para um bioestimulante, que, além de possuir elementos como ferro, zinco, manganês e outros, é rica em cálcio e magnésio, compostos estes que são de grande importância para a divisão celular e seletividade da membrana, atuando ainda como ativadores enzimáticos.

Em seu trabalho realizado com maracujazeiro-doce, De Souza *et al.* (2007) demonstraram o potencial dessa alga para o crescimento de mudas, revelando diferenças significativas para matéria seca de raiz, maior comprimento de parte aérea e maior produção de mudas, correlacionando estes resultados a outros resultados positivos já relatados na literatura à época da realização da pesquisa em questão.

3.5 Metabolismo vegetal

O metabolismo vegetal compreende os metabolismos primário e secundário. O metabolismo primário é responsável por atividades relacionadas à sobrevivência da planta, como a fotossíntese, respiração e assimilação de nutrientes, gerando energia e sintetizando compostos como carboidratos, proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos (SILVA *et al.*, 2010; JORGE, 2024).

A fotossíntese é um processo biológico complexo, realizado por organismos autotróficos. Ao contrário da respiração, que quebra moléculas orgânicas para liberar energia, a fotossíntese as constrói a partir de substâncias inorgânicas, como água e dióxido de carbono. Por meio da atuação dos elétrons impulsionados pela radiação solar, estes percorrem uma cadeia de transporte, desencadeando uma série de reações fotoquímicas. A partir destas reações, a energia luminosa captada pelos pigmentos fotossintéticos é transformada em energia química (ATP e NADPH), que

atuará no ciclo de Calvin Benson, para a produção da Triose (GAL-P).

A triose é o primeiro açúcar formado pela fotossíntese, a partir da qual ocorrerá a produção de açúcares como glicose, amido e outros. Os carboidratos são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas e, por extensão, para toda a vida na Terra. A glicose serve como fonte de energia para a planta e como matéria-prima para a síntese de outras moléculas orgânicas (GONZÁLEZ, 2023).

A composição principal de carboidratos não estruturais, armazenados na parte aérea das plantas, inclui o amido e os açúcares solúveis totais (redutores e não redutores). A glicose e a frutose são exemplos de açúcares redutores, enquanto a sacarose é o principal açúcar não redutor, sendo crucial nos processos de transporte das plantas, direcionando os nutrientes das fontes para os órgãos dreno, não fotossintetizantes. Em geral, os carboidratos não estruturais participam de diversos processos fisiológicos de desenvolvimento das plantas, regulando mecanismos como a importação de carbono para os drenos mecanicamente ativos (KOCH, 2004).

Os carboidratos de reserva nas plantas apresentam uma diversidade considerável em termos de estrutura química e concentração, variando entre espécies e órgãos e ao longo do tempo, podendo ser tanto solúveis quanto insolúveis. A glicose e a frutose são monossacarídeos essenciais para o metabolismo energético vegetal. Esses açúcares simples podem ser obtidos da hidrólise de dissacarídeos (como a sacarose) ou polissacarídeos (como o amido e os frutanos) e servem como substratos para diversas vias metabólicas, fornecendo energia e carbono para a síntese de outros compostos. Já a sacarose, de natureza não redutora, possui uma estabilidade que permite sua translocação e armazenamento nos vacúolos celulares. É o principal açúcar translocável na planta, composto ideal para o transporte a longas distâncias. Além disso, a ligação glicosídica da sacarose possui a maior energia livre de hidrólise entre todos os açúcares, tornando-a uma molécula de alta densidade energética, pronta para ser utilizada quando necessário pelo metabolismo celular (SOUZA *et al.*, 2005).

Outro fator relacionado à produção de carboidratos é a irradiância. Souza *et al.* (2004) evidenciam, em seu trabalho, a influência da irradiância no crescimento e produção de biomassa em plantas, discutindo que a luz estimula diversos processos metabólicos, como metabolismo de carboidratos e compostos relacionados, sendo, inclusive, capaz de afetar padrões de estabelecimento. Em sua pesquisa com uma espécie de gramínea tropical, os autores relataram maior conteúdo de carboidratos solúveis e água nas plantas cultivadas em pleno sol, além de correlacionarem o aumento de açúcares, em especial, a sacarose, ao florescimento da planta.

Brotos vegetativos com altos níveis de carboidratos tendem a auxiliar o início da floração. Portanto, é essencial adotar práticas de manejo que assegurem a manutenção adequada das reservas de carboidrato. Aspectos relacionados à produção e alocação dos fotoassimilados nas plantas

permitem entender a produção de carboidratos nas etapas de crescimento e desenvolvimento, bem como a demanda energética em diferentes períodos (SILVA, 2018).

A planta precisa alocar o carbono fixado na fotossíntese de forma eficiente, podendo investir em crescimento (produção de biomassa) ou em defesa, por exemplo, a produção de compostos fenólicos. O metabolismo secundário está ligado à defesa contra fatores que possam ameaçar a sobrevivência das plantas; sendo assim, comanda a liberação de compostos com ação inseticida e fungicida contra microorganismos, herbivoria etc. Existem três classes de compostos produzidos pelo metabolismo secundário, divididas de acordo com a rota biossintética: os terpenos, compostos nitrogenados e compostos fenólicos. Os metabólitos secundários originam-se, geralmente, a partir da glicose, através das vias do ácido chiquímico e/ou da acetil-CoA. Terpenos, por exemplo, são sintetizados pela via da acetil-CoA, os compostos fenólicos podem ser produzidos por meio de ambas as vias, e os alcaloides de aminoácidos aromáticos e alifáticos são oriundos da via do ácido chiquímico (TAIZ e ZEIGER, 2006; SILVA *et al.*, 2010; SILVA, 2018; BARRETO *et al.*, 2020).

3.6 Compostos fenólicos

Neste trabalho, foram enfatizados os compostos fenólicos, que são moléculas orgânicas presentes em diversas plantas, caracterizadas pela presença de um grupo hidroxila ligado a um anel aromático. Essa grande família de substâncias químicas apresenta uma diversidade estrutural considerável, com cerca de 10.000 compostos diferentes já identificados. A diversidade química dos compostos fenólicos os habilita a exercer funções tão variadas quanto a defesa (taninos, lignina), o suporte estrutural (lignina), a atração de polinizadores (flavonoides) e a interação com outras plantas (alelopatia) (BORGES e AMORIM, 2020).

Estes compostos estão presentes em frutas e vegetais, sendo de ampla distribuição pela natureza. Como produtos do metabolismo secundário, estão, geralmente, associados ao mecanismo de defesa das plantas contra estresses bióticos ou abióticos. No entanto, também podem ser responsáveis pela coloração dos alimentos e por impedirem a oxidação de substâncias presentes nos alimentos, especialmente lipídeos (SILVA *et al.*, 2010).

Segundo Taiz e Zeiger (2006), os compostos fenólicos desempenham um papel crucial na defesa das plantas contra patógenos e herbívoros, atuando como antioxidantes e moduladores de processos fisiológicos. A via dos fenilpropanoides, detalhadamente descrita pelos autores, é a principal rota biossintética desses compostos, com a fenilalanina como precursora-chave. A diversidade estrutural dos compostos fenólicos, que inclui flavonoides, ácidos fenólicos e ligninas, confere a eles uma ampla gama de funções biológicas, tais como a importância na defesa, sinalização e adaptação das plantas. Além disso, os autores exploram fatores ambientais, como estresse biótico e abiótico, que podem influenciar a produção e a composição desses compostos nas plantas. A

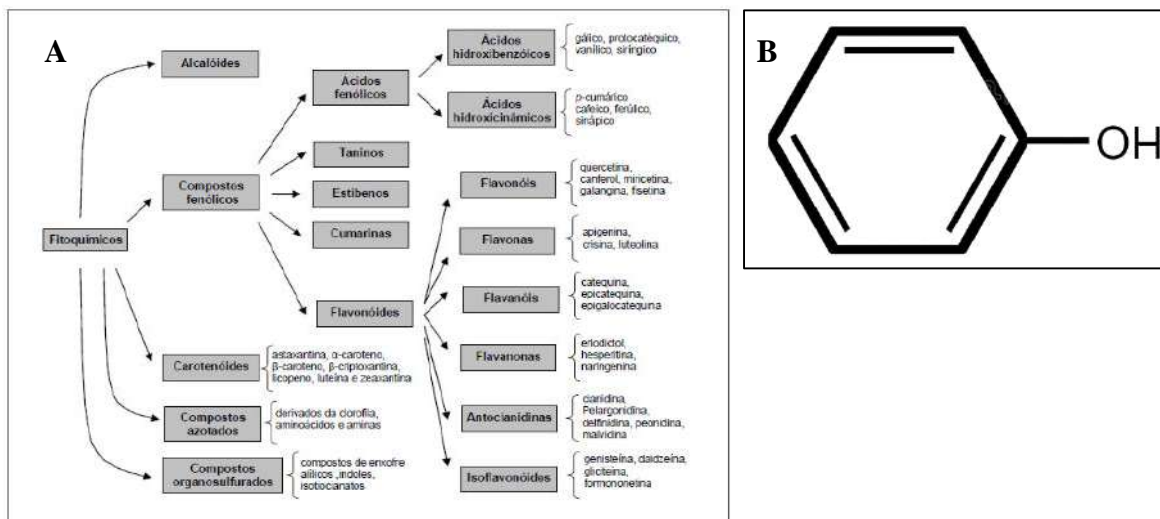
compreensão da produção desses compostos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias para melhorar a qualidade nutricional e a resistência de culturas agrícolas.

Estes compostos possuem estruturas que variam e são multifuncionais e estão divididos em dois grupos: flavonoides (polifenóis) e não flavonoides (fenóis simples ou ácidos). Dentre o grupo dos flavonoides, encontram-se compostos como antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavonóis, flavanonas e flavanas, cuja estrutura caracteriza-se como heterocíclica oxigenada. Já no grupo dos não flavonoides, encontram-se compostos derivados de ácido hidroxicinâmico, tais como ésteres dos ácidos cafeico, cumárico e ferúlico e derivados de ácido hidroxibenzoico, por exemplo, os ácidos salicílico, gálico, elágico, protocateico e vanílico (SILVA *et al.*, 2010).

A produção de compostos fenólicos está relacionada com o esqueleto de carbono, que tem relação direta com o desempenho metabólico primário da planta e de compostos provenientes da fotossíntese. Logo, se a planta apresenta um bom desempenho fotossintético, há muita produção de carbono, tendo disponibilidade de fotoassimilados para maior produção de compostos fenólicos.

A Figura 1A apresenta um esquema dos fitoquímicos mais estudados, tais como compostos fenólicos e carotenoides, e, na Figura 1B, tem-se a representação da estrutura química de um composto fenólico, com uma hidroxila ligada a um anel aromático.

Figura 1A. Principais classes de fitoquímicos naturais. Figura 1B. Estrutura química do fenol.



Fonte: Adaptado de LIU, 2003; Taiz e Zeiger, 2006.

Para a saúde humana, os compostos fenólicos já se mostraram benéficos devido ao seu potencial antioxidante e anti-inflamatório, que impede a aglomeração de plaquetas e promove a redução de radicais livres no organismo, podendo prevenir doenças cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas, atividades essas que são atribuídas à posição das hidroxilas e à proximidade do radical -CO₂H em relação ao grupo fenil (SILVA *et al.*, 2010; MILANEZZI, 2022).

3.7 Nutrição em vegetais

O Brasil é altamente dependente de fertilizantes como potássio, nitrogênio e fósforo, os quais são majoritariamente importados, dependência que traz significativas implicações políticas e econômicas, uma vez que o setor agrícola contribui com mais de 1 bilhão de reais e representa mais de 21% do PIB do Brasil (ZANDONADI, 2016).

O maior investimento dos produtores está relacionado ao incremento de nutrientes no solo. Neste contexto, diversos produtos estão sendo estudados como fontes de nutrientes e promotores de crescimento alternativos, de melhor custo-benefício e reduzido impacto ambiental. Bioestimulantes produzidos a partir de húmus de minhoca, aminoácidos e microorganismos, por exemplo, já foram empregados em testes realizados pela rede de estudos de fertilizantes da Embrapa, a Rede FertBrasil, e apresentaram estímulos positivos no crescimento, produção e absorção de nutrientes (ZANDONADI, 2016).

A análise do teor de nutrientes é uma ferramenta que permite otimizar a produção e a comercialização de plantas como as hortaliças, tanto no mercado interno quanto externo, proporcionando maior lucro para os agricultores e melhorando a qualidade dos alimentos para os consumidores (EMERIQUE *et al.*, 2022).

Uma nutrição adequada possibilita o bom desenvolvimento de mudas, uma vez que há o fornecimento de nutrientes conforme a demanda, evitando a ocorrência de deficiências. Para tanto, os nutrientes não devem estar em excesso, tampouco escassos. Caso a planta apresente algum problema nutricional, os sintomas serão identificados por meio da diagnose visual de alterações nas folhas. As desordens nutricionais podem comprometer tanto o desenvolvimento quanto a produção das plantas (TRINDADE *et al.*, 2024).

4. METODOLOGIA

4.1 Obtenção do material vegetal

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - *Campus* Bambuí, na fazenda Varginha, localizado no município de Bambuí - MG, região Centro-Oeste de Minas Gerais.

As sementes do maracujá BRS Gigante Amarelo F1 foram adquiridas comercialmente de fornecedor certificado e indicado pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA). No dia 15/11/2023, foram semeadas em substrato comercial Maxfertil enriquecido com 6 kg.m⁻³ da alga *Lithothamnium calcareum* em pó, 2 sementes por célula em duas bandejas de 128 células cada, cobertas com sombrite até a germinação (Figura 2A). Cerca de 20 dias após a semeadura (DAS), efetuaram-se o desbaste e a primeira aplicação da adubação

foliar de cobertura, com 10 g/L do fertilizante mineral Super Simples e 5 g/L de ureia, sendo esta adubação repetida sete dias depois, seguindo-se os mesmos parâmetros (Figura 2B).

Figura 2. Semeadura (A) e plantas após desbaste e adubação foliar (B).



Fonte: arquivo pessoal.

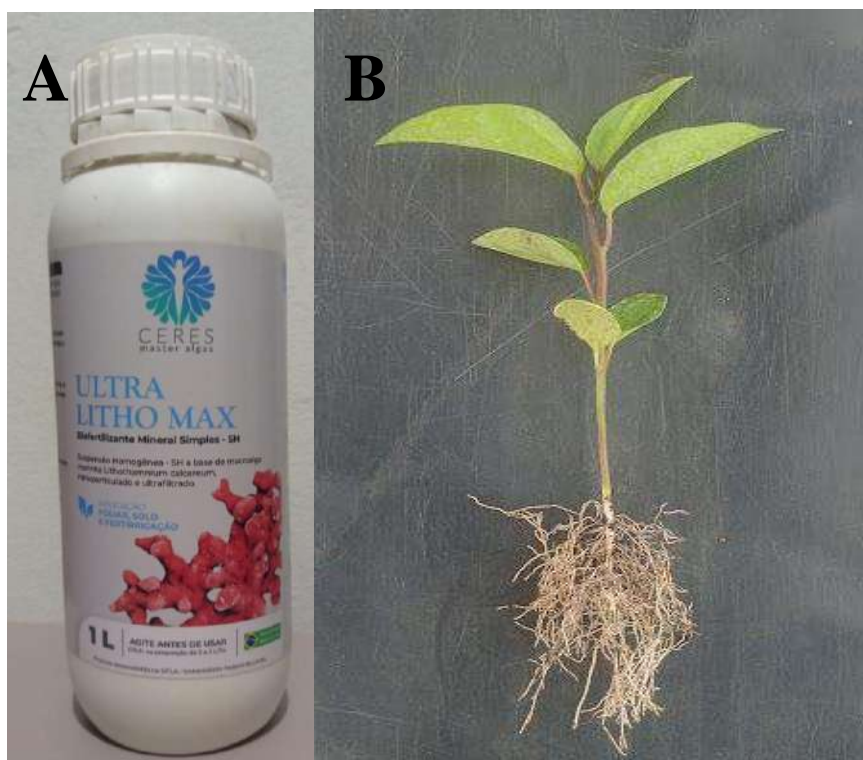
4.2 Implantação do experimento

O bioestimulante utilizado foi o Ultra Litho Max (figura 3A), fornecido pela empresa Ceres Master Algas, o qual se trata de uma suspensão líquida homogênea (SLH) à base da macroalga marinha *Lithothamnium calcareum*, nanoparticulada e ultrafiltrada.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), sendo 4 tratamentos compostos por diferentes diluições de Ultra Litho Max (3, 6, 9 e 12 mL/L) em solução nutritiva para hidroponia preparada segundo Furlani (1997), mais o controle (0 mL/L) na mesma solução nutritiva. As plantas foram submetidas ao bioestimulante via sistema de floating contínuo.

No dia 24/12/2024, ao completarem 40 DAS, 10 plântulas foram retiradas para análises destrutivas referentes ao comprimento de raiz, massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) (Figura 3B), e outras 160 plântulas foram transplantadas para 5 bandejas contendo 32 tubetes cada uma, preenchidas com o mesmo substrato utilizado na fase de obtenção do material vegetal.

Figura 3. Bioestimulante Ultra Litho Max (A) e perfil de muda coletada para análises destrutivas (B).



Fonte: arquivo pessoal.

Para confecção do sistema de *floating* contínuo, foram utilizadas vasilhas plásticas de 33 litros, preenchidas com uma solução composta de 17 litros de solução nutritiva, juntamente com a respectiva dosagem de Ultra Litho Max referente a cada um dos 4 tratamentos e o controle, sem adição do bioestimulante (Figura 4A). As bandejas com as plântulas foram, então, alocadas dentro das vasilhas com as soluções com contato ininterrupto, dispensando, assim, outros métodos de irrigação (Figura 4B). A solução foi completada a cada 5 dias, à medida que ia evaporando, com o intuito de recompor e manter o volume inicial.

Figura 4. Preparo de *floating* contínuo com Ultra Litho Max (A) e posicionamento das bandejas contendo as plântulas no sistema de *floating* (B).



Fonte: arquivo pessoal.

A cada 5 dias desde o transplântio, foram realizadas análises não destrutivas nas mudas, tais como altura, número de folhas e comprimento de terceira folha, com o intuito de avaliar o desenvolvimento, totalizando, ao final do período de experimento, 7 dias de coleta de dados. No decorrer deste período, duas coletas foram feitas, uma aos 13 dias e outra aos 31 dias após o transplântio (DAT), nas quais 3 mudas de cada um dos tratamentos, incluindo o controle, foram retiradas para as mesmas análises destrutivas anteriormente mencionadas.

Na Figura 5, pode-se verificar uma comparação visual entre as mudas de maracujá do grupo controle e as mudas submetidas aos tratamentos com 3, 6, 9 e 12 mL/L de Ultra Litho Max aos 0 DAT e ao final dos 31 DAT.

Figura 5. Comparação visual dos tratamentos (0 DAT vs 31 DAT).



Fonte: arquivo pessoal.

Durante a realização das análises destrutivas, amostras frescas das plantas de cada parcela foram coletadas e enviadas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Bambuí, submetidas a secagem em estufa, com ventilação forçada a 60 °C, por 72 horas, até atingirem uma massa constante. Posteriormente, realizou-se a pesagem para obtenção da massa seca da parte aérea e raiz (Figura 6).

Figura 6. Preparo de amostras para obtenção de massas fresca e seca.



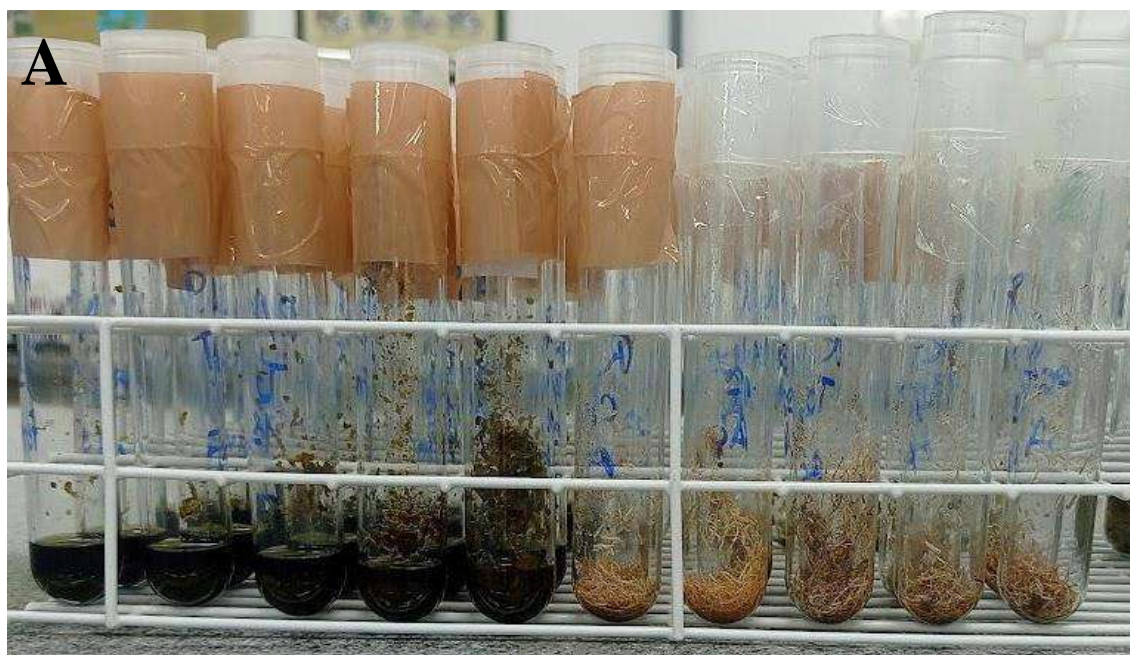
Fonte: arquivo pessoal.

A determinação de fenóis e açúcares solúveis totais foi realizada no Laboratório de Farmacobotânica e Plantas Medicinais da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), *campus* Dona Lindu, em Divinópolis-MG, através dos métodos de Fenol-Sulfúrico, de Dubois *et al.* (1956),

para doseamento de fenólicos totais e Folin-Ciocalteu, de Slinkard e Singleton (1977), para doseamento de açúcares solúveis totais. Para isso, parte das amostras secas foi triturada em moinho e passou pelo processo de extração dos componentes de interesse.

Para a extração e determinação de compostos fenólicos, foi utilizada a proporção de 1g de matéria seca para 10 mL de etanol 70%, enquanto, para a extração e quantificação de açúcares totais, utilizaram-se 0,2 g de matéria seca para 10 mL de álcool 80% (Figura 7A). Após o preparo das amostras, filtração e adição dos reagentes específicos, para cada uma das análises, os tubos (Figuras 7B e 7C) foram agitados em vórtex. Para doseamento de fenólicos, os tubos foram deixados em descanso no escuro por 15 minutos, antes da realização da leitura em Espectrofotômetro UV-Visível Digital Microprocessado Q798U, Quimis, com precisão fotométrica de $\pm 0,008A$ e $0,5A$ a 750 nm (Figura 8). Para dosagem de açúcares, os tubos foram resfriados, e o seu conteúdo, submetido à leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm. Os níveis de absorbância obtidos foram utilizados para os cálculos quantitativos, a partir da curva de calibração construída com o padrão de ácido gálico (fenólicos totais) e padrão glicose (açúcares totais).

Figura 7. Extração de compostos fenólicos e açúcares na matéria seca de parte aérea e raiz (A); amostras utilizadas para quantificação de fenólicos (B) e açúcares solúveis totais (C).





Fonte: arquivo pessoal.

Figura 8. Amostras levadas para leitura em espectrofotômetro.



Fonte: arquivo pessoal.

Posteriormente, uma fração de 2 g da matéria seca foi enviada para análise foliar no Laboratório de Análises do Solo e Foliar Ribersolo, na cidade Ribeirão Preto, São Paulo, para quantificação de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e molibdênio (Mo).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico do *software* Sisvar. Foi feita a Análise de Variância (ANOVA) com teste de F a 5% de significância e realizado um estudo de regressão para entender, quantificar e relacionar as variáveis estudadas.

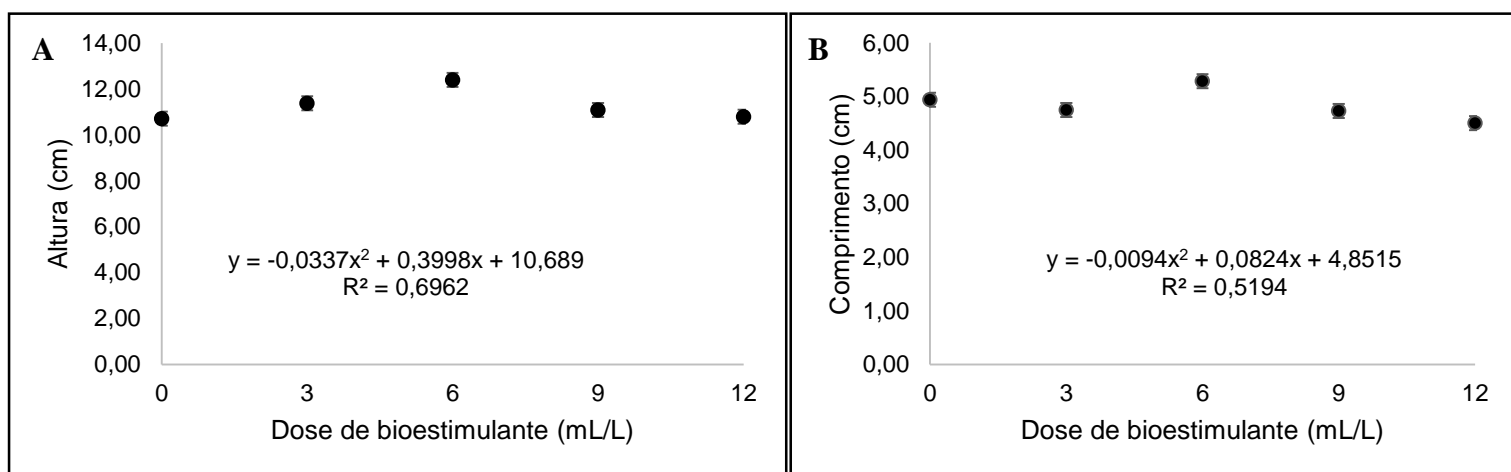
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros biométricos

Aos 5 DAT (dias após o transplante), o tratamento com 6 mL/L de Ultra Litho Max foi o único que mostrou diferença significativa dos demais para a variável altura e comprimento de terceira folha, sendo o de melhor desempenho, apresentando uma média de 12,4 cm para altura e 5,3 cm para comprimento de terceira folha. Não foi encontrada diferença significativa para o número de folhas.

Por meio do Gráfico 1A, é possível observar que a altura tende a diminuir a partir de determinado aumento na concentração de bioestimulante no sistema de *floating* contínuo. No gráfico referente ao comprimento da terceira folha (1B), observa-se um aumento em 6 mL/L e que o valor tende a reduzir quando se aumenta a dose de bioestimulante testada (9 e 12 mL/L).

Gráfico 1 - A e B. Altura e comprimento de 3ª folha das mudas de maracujá aos 5 DAT.



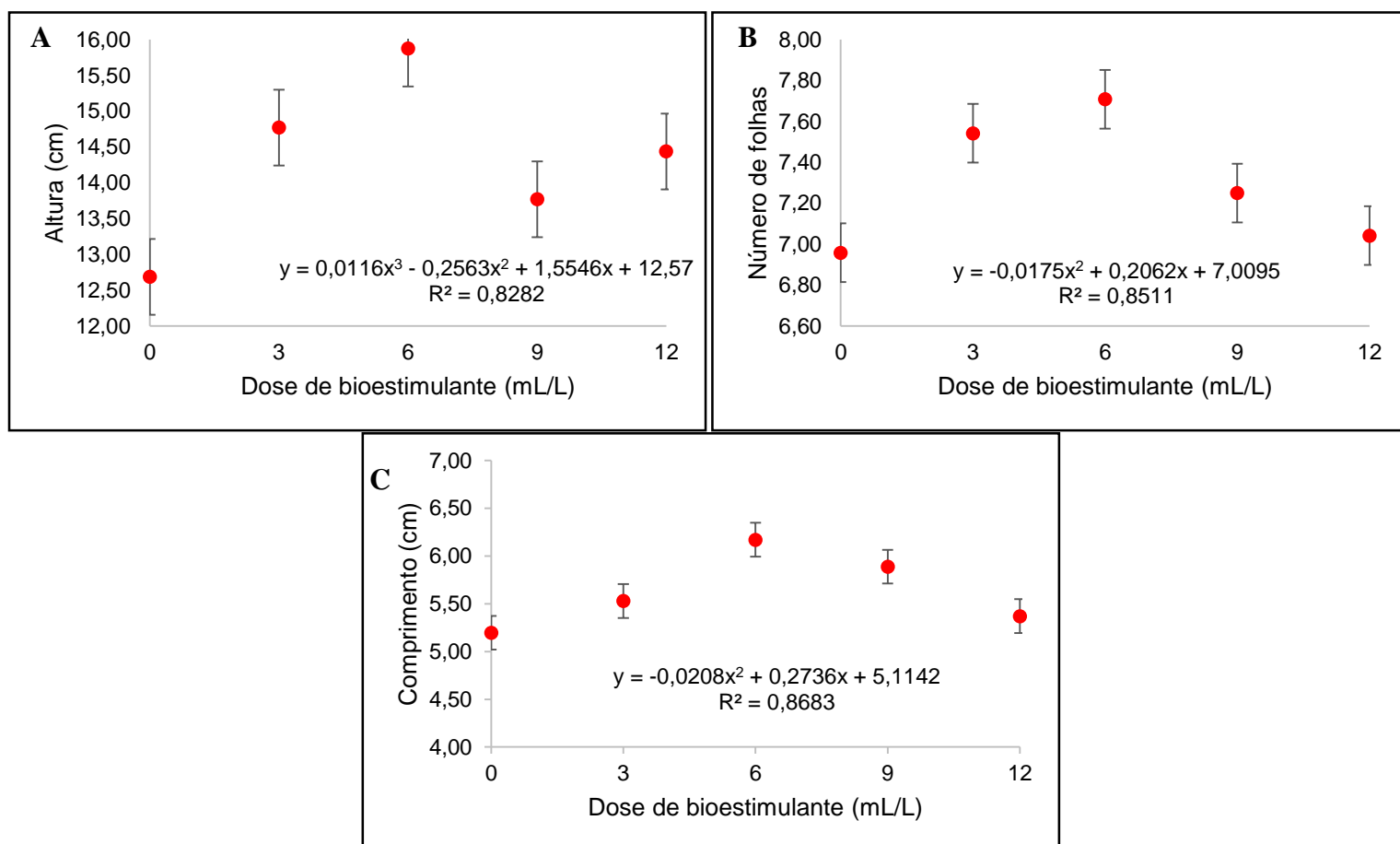
Fonte: autoria própria.

Aos 9 DAT, não foi observada diferença significativa para altura entre o controle e o tratamento 9 mL/L, e entre os tratamentos 3, 6 e 12 mL/L. No entanto, ambos os grupos foram diferentes entre si e também em relação ao tratamento com 6 mL/L, o qual se mostrou o melhor, com uma média de 15,8 cm. Para o número de folhas, o controle e os tratamentos 9 e 12 mL/L não se mostraram diferentes entre si, mas foram estatisticamente diferentes do grupo de tratamentos 3 e 6 mL/L, sendo que este último apresentou melhor desempenho, com uma média de 8 folhas. Quanto ao comprimento de terceira folha, o controle e os tratamentos 3 e 12 mL/L não se mostraram diferentes entre si, mas foram estatisticamente diferentes do grupo de tratamentos 9 e 6 mL/L, sendo que este último apresentou melhor desempenho, com uma média de 6,17 cm.

Em geral, a interpretação dos gráficos de regressão deste período demonstra que mais de 80% dos dados obtidos podem ser explicados pela variável estudada. O Gráfico 2A indica que, em média, a altura das mudas pode aumentar ou diminuir dependendo da concentração do tratamento.

Com relação ao número de folhas e comprimento de terceira folha (Gráficos 2B e 2C), verifica-se uma tendência à redução a partir de determinado aumento na concentração de Ultra Litho Max.

Gráfico 2 - A, B e C. Altura, n° de folhas e comprimento de 3ª folha das mudas aos 9 DAT.



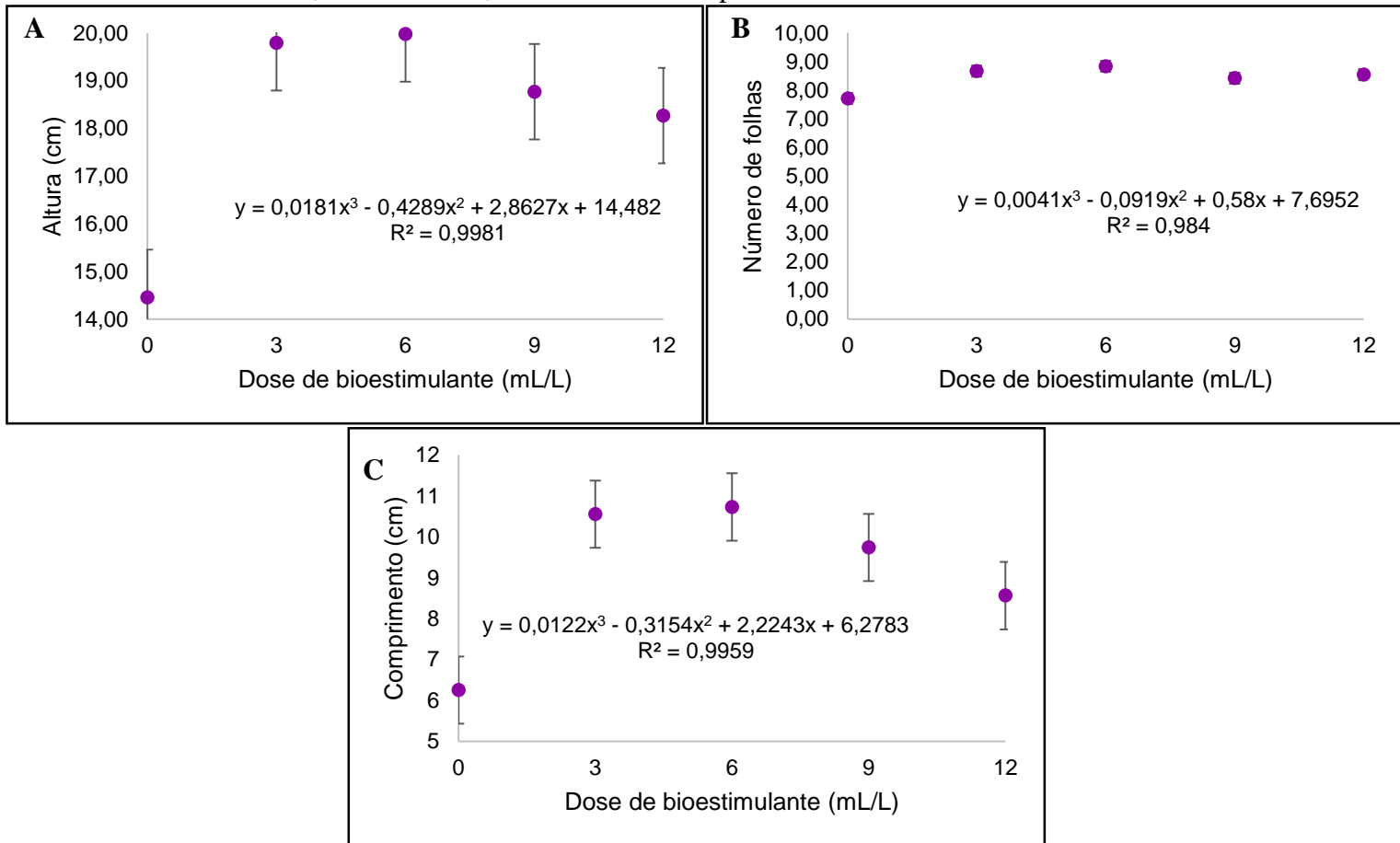
Fonte: autoria própria.

Por meio da interpretação dos Gráficos 3 A, B e C, é possível concluir que, aos 13 DAT, mais de 90% das respostas obtidas podem ser relacionadas com a variável testada. Foi identificada diferença significativa para a variável altura entre todos os tratamentos com relação ao controle aos 13 DAT. Os tratamentos com 9 e 12 mL/L de bioestimulante não foram diferentes estatisticamente entre si, mas apresentaram diferença significativa em relação aos tratamentos com 3 e 6 mL/L, os quais não se mostraram estatisticamente diferentes entre si. A melhor dose para altura, neste dia, foi 6 mL/L, que obteve média de 19,98 cm. No Gráfico 3A, nota-se um aumento na altura das plantas submetidas a diferentes dosagens de bioestimulante em comparação com as mudas do grupo controle.

Já quanto ao número de folhas, houve diferença significativa entre todos os tratamentos com relação ao controle; no entanto, os tratamentos 3, 6, 9 e 12 mL/L não diferiram entre si. A análise do Gráfico 3B revela que houve flutuação nos dois últimos pontos, podendo tender ao aumento ou à queda, dependendo da concentração de Ultra Litho Max avaliada.

Para o comprimento da terceira folha, foi observada diferença significativa entre todos os tratamentos com relação ao controle. Os tratamentos com 3, 6 e 9 mL/L não foram diferentes entre si, mas foram significativamente diferentes do tratamento com 12 mL/L; entretanto, a maior média para esta variável (10,7 cm) se deu com 6 mL/L de bioestimulante. Pelo Gráfico 3C, é possível notar que o comprimento de terceira folha aumentou no tratamento com 3 mL/L em relação ao controle, e, à medida que a concentração da SLH de *Lithothamnium calcareum* aumentou, houve queda no comprimento.

Gráficos 3 - A, B e C. Altura, nº de folhas e comprimento de 3ª folha das mudas aos 13 DAT.



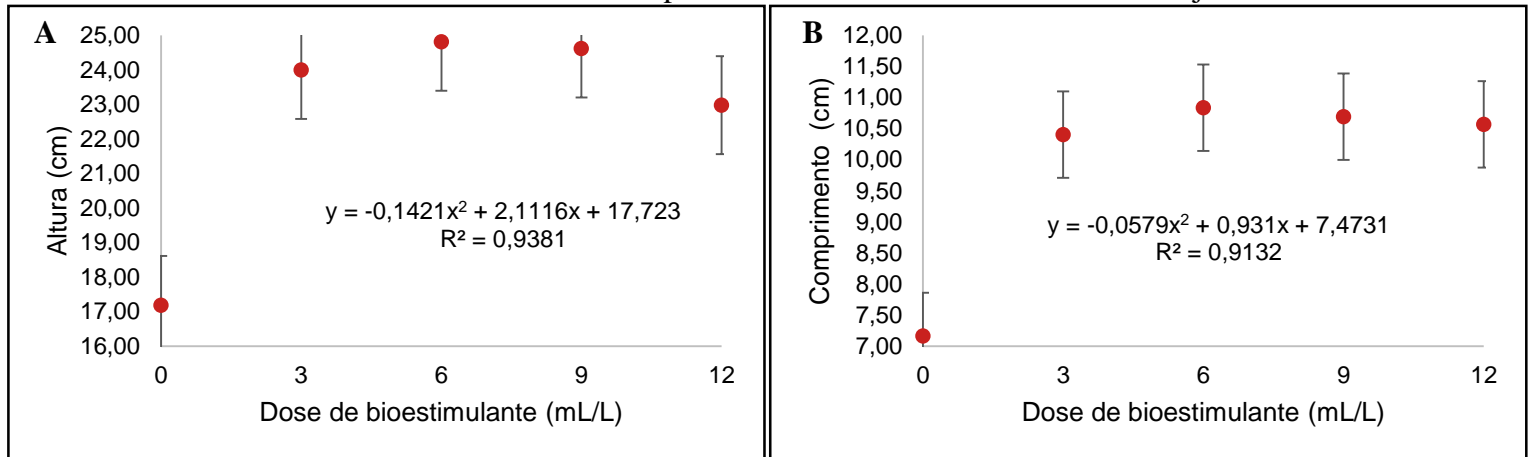
Fonte: autoria própria.

Dados coletados em 18 DAT mostraram uma diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos para altura e comprimento da terceira folha. Porém, os tratamentos com bioestimulante não diferiram estatisticamente entre si. Nesta ocasião, para ambas as variáveis, o tratamento de 6 mL/L apresentou os maiores números brutos, com uma média de 24,81 cm de altura e 10,83 cm de comprimento da terceira folha. Não foi observada diferença significativa quanto ao número de folhas.

Os Gráficos 4 A e B evidenciam que mais de 90% da resposta obtida para altura e comprimento de terceira folha, nesta fase, podem ser relacionados com as diferentes doses de extrato de algas testadas. Ambos os gráficos revelam o mesmo padrão de aumento da altura e comprimento

de terceira folha nas plantas submetidas aos tratamentos com bioestimulante, em comparação às plantas não tratadas com a suspensão líquida à base de *Lithothamnium*.

Gráfico 4 – A e B. Altura e comprimento de 3ª folha de mudas de maracujá em 18 DAT.

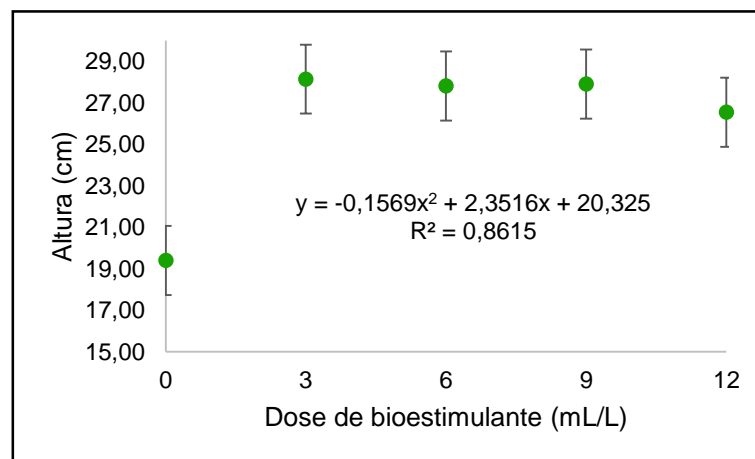


Fonte: autoria própria.

As análises realizadas a partir dos dados de 23 DAT revelaram diferença significativa para altura entre todos os tratamentos com relação ao controle; entretanto, os tratamentos não foram diferentes estatisticamente entre si. A dose de 3 mL/L de bioestimulante apresentou a maior média em números brutos, sendo 28,14 cm, e as demais variáveis não apresentaram diferença significativa.

Nesta fase, o gráfico de regressão (Gráfico 5) revelou aumentos e quedas intercaladas entre as diferentes concentrações testadas, com um aumento expressivo na altura observada nas plantas submetidas aos tratamentos com SLH, em comparação às plantas do grupo controle.

Gráfico 5. Altura das mudas de maracujá aos 23 DAT.

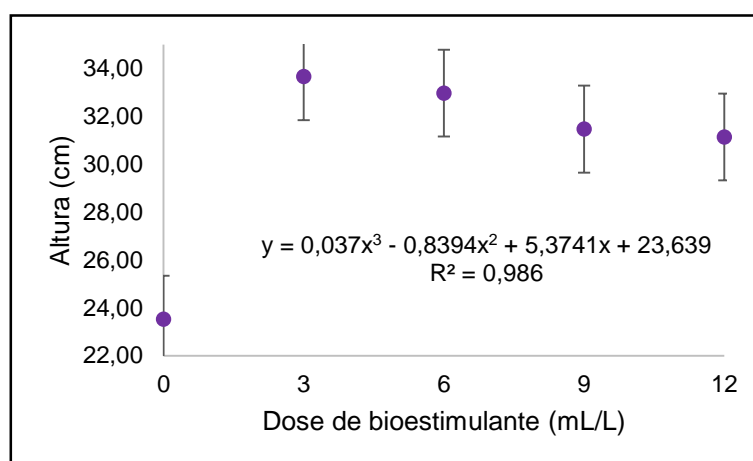


Fonte: autoria própria.

Aos 27 DAT, também encontrou-se diferença significativa para a variável altura entre todos os tratamentos com relação ao controle, tendo a dosagem 3 mL/L apresentado a maior média bruta entre todas as demais, 33,67 cm. Os tratamentos não revelaram diferenças significativas entre si. Para o restante das variáveis estudadas, não foram verificadas diferenças significativas.

O gráfico de regressão deste período (Gráfico 6) demonstra um padrão de aumento da altura quando se comparam as plantas do grupo controle com as plantas em *floating* com bioestimulante. Nesta ocasião, observou-se que, entre os tratamentos, houve uma tendência de queda à medida que se aumentou a concentração de Ultra Litho Max. O R^2 obtido na análise em questão revela que cerca de 98% da resposta obtida podem ser relacionados às diferentes doses do produto administradas.

Gráfico 6. Altura das plantas aos 27 DAT.



Fonte: autoria própria.

Ademais, nenhuma diferença significativa foi observada nos dados das análises biométricas referentes aos 31 DAT.

Os resultados sobre crescimento e desenvolvimento obtidos neste trabalho corroboram aqueles demonstrados por Amatussi *et al.* (2020), que encontraram efeitos positivos para o desenvolvimento radicular e crescimento de tomateiro através da aplicação foliar de extrato de *Lithothamnium calcareum*, permitindo inferir que mesmo a exposição das mudas a uma suspensão líquida homogênea, via *floating* contínuo, permite obter os efeitos relatados.

Ademais, os dados positivos descritos no presente trabalho, em relação ao número de folhas, também estão de acordo com a literatura. Sousa *et al.* (2018) estudaram o efeito da incorporação de *Lithothamnium* ao substrato e verificaram aumento significativo no número de folhas para as mudas de brócolis. Consequentemente, é possível associar um maior número de folhas relatado neste trabalho como efeito do uso do bioestimulante, uma vez que, além de ter sido administrado em *floating* contínuo, também se realizou a incorporação da macroalga em pó ao substrato comercial utilizado na fase de germinação de sementes e transplântio.

Ramos *et al.* (2023) discutiram, em seu trabalho, que, como *Lithothamnium calcareum* trata-se de uma alga calcárea, a composição mineral e o conteúdo de substâncias húmicas variam de acordo com o local de extração. Portanto, os produtos comerciais derivados podem expressar diferenças entre si, resultando em respostas variadas quanto ao estímulo de plantas. Os autores

relatam ainda que a eficiência dos bioestimulantes varia de acordo com a dose, intervalos de aplicação, métodos de administração, tamanho de partículas, tipo de cultura, estágios fenológicos e a relação com outras moléculas bioestimulantes. Deste modo, a melhor estratégia para promover o desenvolvimento de recomendações técnicas que se adequem a diferentes espécies e sistemas agrícolas seria alargando a investigação a campo.

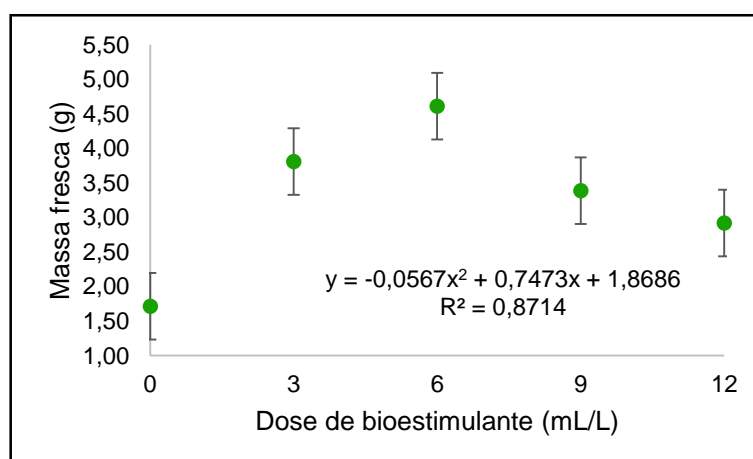
A partir da discussão dos autores anteriormente citados, vale ressaltar que os resultados aqui apresentados referem-se ao uso do produto Ultra Litho Max em *floating* contínuo. Sendo assim, o desenvolvimento das mudas de maracujá pode diferir do padrão apresentado na presente pesquisa, conforme a alteração do bioestimulante utilizado, das doses aplicadas e dos métodos de administração.

5.2 Particionamento de raiz e parte aérea

Quanto às variáveis de massas e comprimento de raiz, obtidas a partir do particionamento de raiz e parte aérea, para realização das análises destrutivas, não foram observadas diferenças estatísticas na primeira coleta de dados, realizada aos 13 DAT, para as variáveis de comprimento de raiz, massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). Houve diferença significativa, pela análise de variância, para massa fresca da parte aérea (MFPA), e o tratamento com 6 mL/L foi o responsável pela maior média entre todos os demais (4,61 g).

O gráfico de regressão para MFPA aos 13 DAT (Gráfico 7) permite inferir que quase 90% da resposta para esta variável são explicados pelos tratamentos testados. É possível verificar que houve diferença significativa entre o controle e todos os tratamentos e que os tratamentos 3 e 6 mL/L, bem como os tratamentos 9 e 12 mL/L não diferiram entre si. Porém, o tratamento com 6 mL/L foi diferente estatisticamente dos tratamentos com 9 e 12 mL/L. O maior acúmulo de massa fresca em números não tratados estatisticamente ocorreu no tratamento com 6 mL/L de suspensão líquida homogênea (SLH) à base de *Lithothamnium calcareum*.

Gráfico 7. MFPA de mudas de maracujá em 13 DAT.



Fonte: autoria própria.

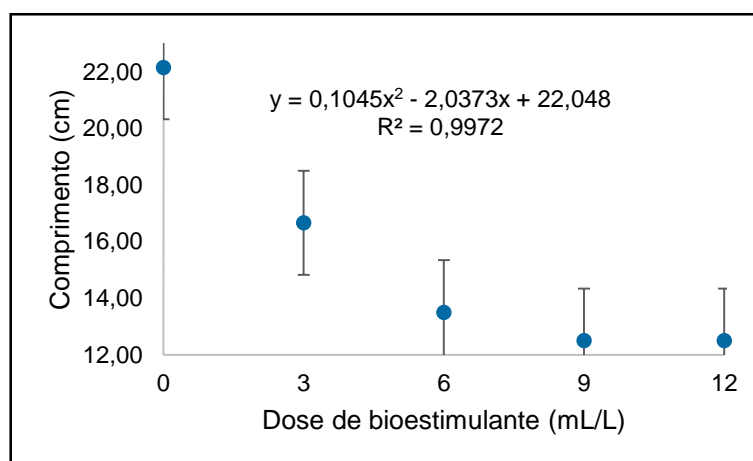
Os resultados de incorporação de massa fresca na parte aérea, encontrados na coleta de dados no 13º dia de transplântio, aqui apresentados, estão de acordo com diversos outros trabalhos presentes na literatura que obtiveram resultados positivos com o uso de bioestimulantes para aumento de massa verde total em culturas como café, banana, soja e *Physalis peruviana*. A composição dos produtos utilizados varia entre diversas espécies de algas marinhas, bem como entre reguladores de crescimento vegetal e compostos como ácido húmico, ácido fúvico e aminoácidos (BETTINI, 2015; BRANT, 2016; OLIVEIRA, 2017; FARIA, 2017).

Além destes autores, Souza *et al.* (2020) também demonstraram, em seu trabalho, maior incremento na massa verde total em cafeeiro utilizando o bioativador Vitasoil, um complexo ativo composto por microorganismos rizosféricos naturais.

Na coleta efetuada aos 31 dias após o transplântio, houve diferença significativa no comprimento da raiz das plantas, sendo que o controle foi estatisticamente diferente dos demais, que não diferiram entre si, e apresentou maior comprimento de raiz, com uma média de 22,17 cm. Não se obteve diferença significativa para as variáveis de MFPA, MFR, MSPA e MSR.

Referente à análise de regressão (Gráfico 8), verificou-se que, nesta fase, o comprimento da raiz foi inversamente proporcional à concentração de extrato de algas no *floating* e que cerca de 99% da resposta encontrada podem ser relacionados à variável testada, ou seja, ao tratamento ao qual as plantas foram submetidas.

Gráfico 8. Comprimento de raiz em 31 DAT.



Fonte: autoria própria.

Para esta variável, apesar do presente trabalho ter apresentado melhor resultado no grupo controle, a literatura existente revela perspectivas positivas quanto ao uso dos bioestimulantes. Vieira e Castro (2004) mostraram, em sua pesquisa, resultados benéficos com o uso do bioestimulante Stimulate no vigor, crescimento e comprimento total de raízes de *Phaseolus vulgaris* (L.), fator que contribuiu para a produtividade das plantas.

Araújo (2017) também obteve bons resultados para o comprimento de raiz quando comparou os tratamentos testados e a testemunha em seu trabalho utilizando pó de algas marinhas oriundas do litoral do Rio Grande do Norte, para crescimento inicial de catingueira e jucá, espécies florestais nativas da caatinga.

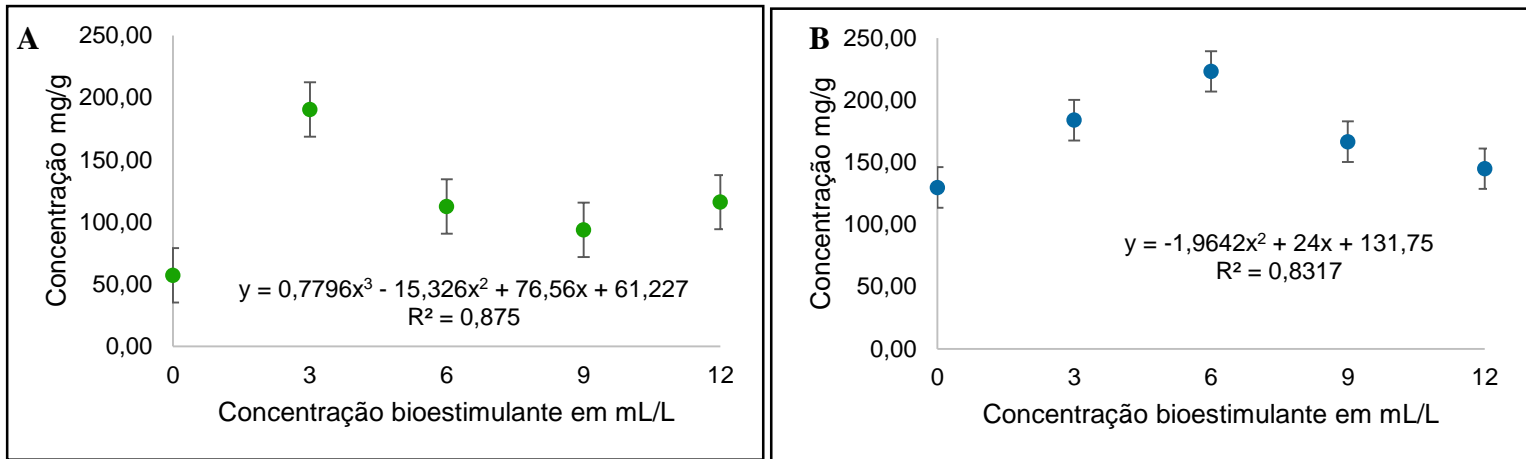
Ainda que o padrão de comprimento de raízes aqui apresentado tenha sido diferente do que os autores anteriormente citados relatam, os dados biométricos para a mesma fase revelam que as plantas submetidas à suspensão líquida de *Lithothamnium* se apresentavam mais altas que as plantas do grupo controle. Portanto, é provável que os fotoassimilados das plantas do controle já estivessem sendo redirecionados para as raízes, enquanto os fotoassimilados das plantas tratadas ainda estavam sendo direcionados para o desenvolvimento da parte aérea.

A maior expressão radicular observada no tratamento controle pode ser atribuída a uma estratégia adaptativa para a otimização da aquisição de água e nutrientes, uma vez que os bioestimulantes aplicados nos demais tratamentos já supriam as demandas das outras plantas. Além disso, a partir das análises de nutrição foliar descritas posteriormente neste trabalho, em geral, os tratamentos com Ultra Litho Max apresentaram muito mais eficiência agrônômica na assimilação dos nutrientes que as plantas do controle. Outro fato a se considerar é que nem sempre o comprimento de raiz relaciona-se com maior absorção, mas sim com o volume radicular, que poderia estar relacionado com maior massa fresca e seca de raiz no controle, o que não ocorreu, pois não foi encontrada diferença significativa para tais variáveis.

5.3 Doseamento de açúcares solúveis totais

Com relação à dosagem de açúcar na parte aérea (Gráficos 9 A e B), foi verificado que, em ambos os períodos de coleta, as plantas submetidas aos tratamentos com bioestimulante apresentaram maiores níveis de açúcar do que as do grupo controle. Pôde-se notar um aumento do conteúdo de açúcar nos tratamentos com 0, 6, 9 e 12 mL/L de bioestimulante entre a primeira e a segunda coletas, enquanto o tratamento com 3 mL/L se manteve estável em ambas, sendo o que apresentou a maior quantidade de açúcar (190,50 mg/g), revelando-se diferente estatisticamente de todos os outros na coleta realizada no 13º dia após o transplante. Aos 31 DAT, os tratamentos com 0, 6 e 9 mL/L do bioproduto praticamente dobraram em conteúdo de açúcares quando comparados os dados dos dois períodos de coleta, enquanto o tratamento com 12 mL/L evidenciou um aumento mais discreto. Nesta época, o tratamento com 6 mL/L foi diferente significativamente de todos os demais, sendo o responsável pelo maior conteúdo de açúcares solúveis totais na parte aérea, 223,21 mg/g.

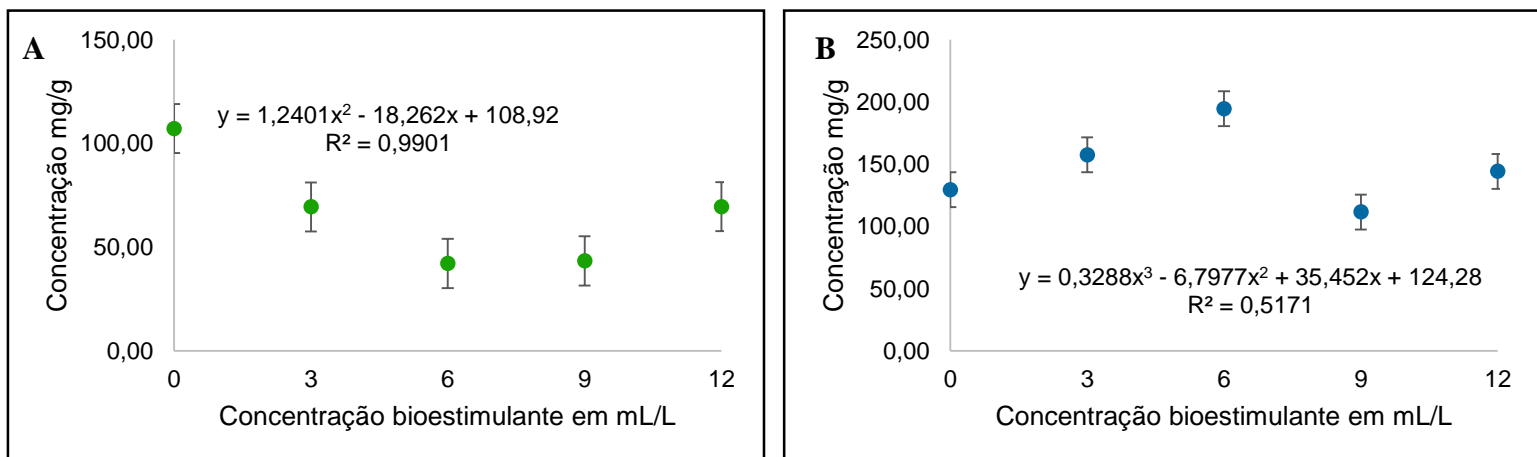
Gráfico 9. Dosagem de açúcar no extrato bruto (parte aérea) aos 13 DAT (A) e aos 31 DAT (B).



Fonte: autoria própria.

Os dados do Gráfico 10, referentes à quantidade de açúcar na raiz, revelaram que, aos 13 DAT, houve diferença estatística entre o grupo controle e os tratamentos com bioestimulante, tendo o controle apresentado maior conteúdo registrado (107,17 mg/g). Em contrapartida, aos 31 DAT, o tratamento controle apresentou aumento discreto na concentração de açúcares solúveis quando comparado aos demais tratamentos, não sendo diferente significativamente dos tratamentos com 3, 6 e 12 mL/L, tendo registrado, neste período, 129,50 mg/g, enquanto todos os outros registraram aumentos de até cinco vezes nas concentrações. Os tratamentos com 3 e 12 mL/L, por exemplo, foram de 69,43 e 69,48 para 157,48 e 144,28 mg/g, respectivamente. O tratamento com 9 mL/L praticamente triplicou em conteúdo de açúcares, indo de 43,38 para 111,60 mg/g, e o tratamento com 6 mL/L da SLH de *Lithothamnium calcareum* foi estatisticamente diferente de todos os outros, tendo alcançado 194,59 mg/g de açúcares solúveis totais na raiz, marcando um aumento de quase 5 vezes na quantidade registrada em comparação à primeira coleta (42,12 mg/g), evidenciando a eficiência do metabolismo fotossintético e a translocação de fotoassimilados.

Gráfico 10. Dosagem de açúcar no extrato bruto (raiz) aos 13 DAT (A) e aos 31 DAT (B).



Fonte: autoria própria.

Silva (2018) demonstrou os benefícios do uso de bioestimulantes em características relacionadas aos níveis de açúcares e produtividade. Em seu trabalho com mangueira Palmer, a pesquisadora testou o fertilizante comercial Multipotássio, produzido a partir do íon potássio, utilizado como alternativa ao sulfato de potássio e o bioestimulante à base da alga *Ascophyllum nodosum* MultiTurbo, obtendo maior teor de açúcares nas plantas submetidas ao tratamento com o produto comercial e melhor produtividade nos tratamentos com o extrato de algas.

Embora Lobo (2018) em seu trabalho utilizando extrato de *Lithothamnium calcareum* para cultivo de mangueira cultivar Kent não tenha encontrado efeitos significativos para os índices de carboidratos nas plantas, o autor revela que o uso do produto promoveu incremento de potássio, dentre outros nutrientes, em amostras foliares.

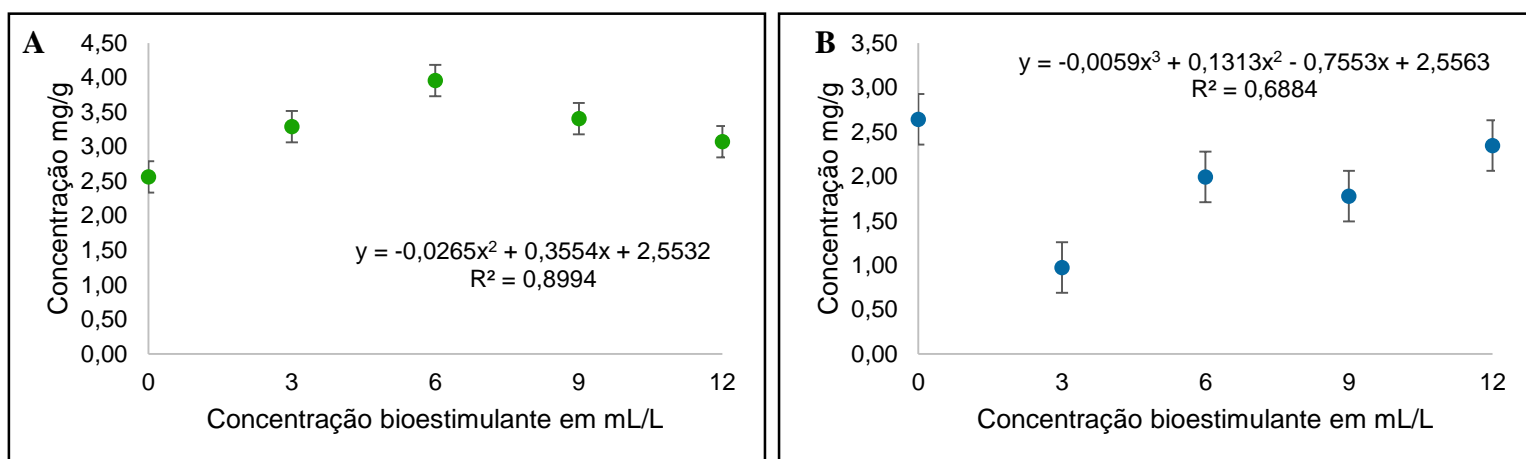
Comparando-se ambos os autores anteriormente citados, tem-se que Lobo (2018) associou o uso de um produto à base de *Lithothamnium* ao maior nível de potássio nas plantas, fato que também foi observado na presente pesquisa, uma vez que, na análise de nutrição foliar relatada mais à frente (Tabela 2), é possível verificar que todas as plantas tratadas com Ultra Litho Max apresentaram maior associação de potássio que as do grupo controle. Ademais, Silva (2018) associou o uso de um produto à base do íon potássio a um maior teor de açúcares. Portanto, é possível afirmar que a SLH à base da macroalga em questão é benéfica para a cultivar de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo, promovendo maior teor de açúcares solúveis totais tanto na raiz quanto na parte aérea das plantas.

É interessante salientar que o conteúdo de açúcares solúveis está relacionado com a translocação de fotoassimilados. Sendo assim, como as plantas tratadas com bioestimulante, em geral, apresentaram melhores resultados para esta variável, pode-se admitir que elas estejam mais vigorosas, bem nutridas e tenham melhor performance a campo.

5.4 Doseamento de compostos fenólicos

Em ambos os períodos de coleta de dados, foi observada diferença significativa entre os tratamentos para a quantificação de compostos fenólicos. Em geral, a produção destes compostos caiu entre a primeira e a segunda coletas, tendo se mantido praticamente a mesma apenas no grupo controle (de 2,56 para 2,64 mg/g). No 13º DAT, a maior quantidade de fenólicos (3,95 mg/g) foi encontrada no tratamento com 6 mL/L de Ultra Litho Max, tendo sido verificada diferença estatística entre este tratamento e os demais. No entanto, aos 31 DAT, o grupo controle apresentou o maior nível de compostos fenólicos, tendo sido significativamente diferente dos tratamentos com 3, 6 e 9 mL/L de bioestimulante, enquanto o tratamento com 6 mL/L apresentou uma queda na concentração de fenólicos para 1,99 mg/g, conforme pode ser observado no Gráfico 11.

Gráfico 11. Dosagem de compostos fenólicos na parte aérea aos 13 DAT (A) e aos 31 DAT (B).



Fonte: autoria própria.

Em geral, Faria (2017) discute que as condições climáticas, sanitárias e a nutrição, durante o ciclo da cultura, podem influenciar nos efeitos dos bioestimulantes nas plantas, atenuando ou beneficiando sua ação.

A biossíntese de compostos provenientes do metabolismo secundário pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a época de coleta do material vegetal, fotossíntese, abertura e fechamento dos estômatos, mobilização de reservas energéticas, expansão foliar ou exposição a condições estressantes, como escassez hídrica, radiação solar, pragas ou patógenos (MACHADO *et al.*, 2013; JORGE, 2024).

Castro (2006) discute a ação dos bioestimulantes na promoção, modificação ou inibição de processos fisiológicos, enquanto Du Jardin (2015) explica que esses produtos podem aumentar a eficiência nutricional, tolerância a estresses e a qualidade da cultura.

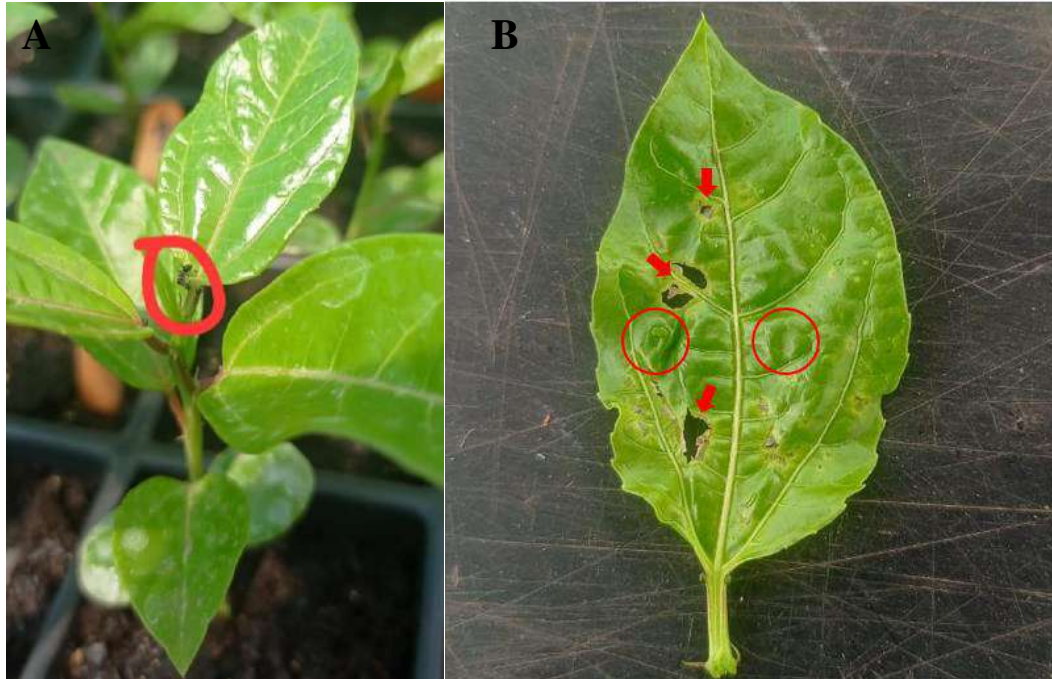
Dito isto, é possível inferir que o padrão de produção de compostos fenólicos identificado tenha sido proveniente de um ataque de formigas que ocorreu juntamente com um episódio de encarquilhamento e degradação da área foliar de algumas folhas nas plantas (Figura 9 A e B), o que pode explicar o fato de a produção de fenólicos estar maior no primeiro período de coleta (13 DAT). Vale ressaltar que o ataque não foi severo e que o nível de fenólicos foi maior no 13º DAT, sendo atribuído ao aumento da resposta de defesa.

Portanto, o fato de os níveis de compostos fenólicos, no segundo período de coleta, se encontrarem mais altos nas plantas do controle do que nas plantas tratadas com a SLH pode indicar que o bioestimulante promoveu melhor resposta das plantas ao ataque, gerando menos estresse e causando a redução do conteúdo de fenóis aos 31 DAT, uma vez que o ataque já havia sido controlado e as plantas não se encontravam mais em situação de defesa.

É possível discutir, ainda, que houve partição dos fotoassimilados para fazer esqueleto de carbono, pois, na primeira coleta, é provável que a planta estivesse investindo suas reservas em

compostos fenólicos, porque já estava bem estabelecida e/ou pelo fato de estar mais jovem e, conseqüentemente, mais vulnerável a qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico. Posteriormente, com a redução da necessidade de proteção, devido ao desenvolvimento da muda, o conteúdo de fenólicos presentes nas folhas pode ter reduzido.

Figura 9. Registro de formiga em muda de maracujá (A); encarquilhamento e perfuração na folha de maracujá (B).



Fonte: arquivo pessoal.

5.5 Análise de minerais foliares

Para interpretação dos dados da análise de nutrição foliar, foi construída a Tabela 1 com os valores e médias de massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas no 31º dia após o transplântio (DAT).

Tabela 1. Valores de massa seca de parte aérea aos 31 DAT para cálculo da quantidade de nutriente acumulado.

TRATAMENTO	MSPA (31 DAT)	MÉDIA
CONTROLE	0,56	0,61
	0,55	
	0,73	
3mL	1,06	1,13
	1,2	
	1,15	
6 mL	1,22	1,14
	0,8	
	1,4	
9 mL	1,06	0,99
	1,29	
	0,62	
12 mL	0,91	0,89
	1,18	
	0,58	

Fonte: autoria própria.

O relatório de dosagem de nutrientes, recebido do Laboratório de Análises do Solo e Foliar Ribersolo, foi interpretado, e as informações foram transcritas para as Tabelas 2 e 3, nas quais o valor do acumulado de cada nutriente é o valor de peso da média de cada tratamento da MSPA nas 3 plantas coletadas aos 31 DAT. Nas amostras, não foram identificados sódio ou molibdênio. Para avaliar, de modo geral, a assimilação dos nutrientes, o total acumulado (em g/kg) pelo grupo controle foi adotado como 100% de eficiência agrônômica e utilizado como base de comparação para o percentual de eficiência agrônômica de assimilação dos nutrientes nos demais tratamentos.

Em se tratando do acúmulo de N, Ca, Fe, Mg e Zn, o tratamento com 6 mL/L de bioestimulante obteve os maiores percentuais de assimilação, tendo as mudas apresentado 22, 43, 506, 1558 e 189%, respectivamente, de eficiência agrônômica a mais quando comparadas ao grupo controle. Para os nutrientes P, K, Mg, S e B, as mudas revelaram a melhor assimilação com 3 mL/L de Ultra Litho Max, tendo alcançado, respectivamente, os valores de 81, 93, 91, 58 e 166% a mais em termos de eficiência agrônômica que o grupo controle. Para cobre, a maior eficiência agrônômica foi no controle, sem bioestimulante, enquanto, nos tratamentos contendo o produto, a eficiência agrônômica decaiu.

Tabela 2. Eficiência agrônômica da assimilação dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg aos 31 DAT.

AMOSTRA	N (g/kg)	Efic Agr %	P (g/kg)	Efic Agr %	K (g/kg)	Efic Agr %	Ca (g/kg)	Efic Agr %	Mg (g/kg)	Efic Agr %
Controle	24		2,39		31,3		10,94		2,18	
MSPA	0,61		0,61		0,61		0,61		0,61	
ACUMULADO	14,73	100	1,46	100	19,09	100	6,67	100	1,33	100
3 mL	14,77		2,34		32,53		7,85		2,25	
MSPA	1,13		1,13		1,13		1,13		1,13	
ACUMULADO	16,69	113	2,64	181	36,76	193	8,87	133	2,54	191
6 mL	15,75		2,16		29,61		8,39		2,22	
MSPA	1,14		1,14		1,14		1,14		1,14	
ACUMULADO	17,96	122	2,46	169	33,76	177	9,56	143	2,53	190
9 mL	13,02		2,31		31,97		9,04		2,28	
MSPA	0,99		0,99		0,99		0,99		0,99	
ACUMULADO	12,89	87	2,29	157	31,65	166	8,95	134	2,26	170
12 mL	16,5		2,42		28,61		9,98		2,5	
MSPA	0,89		0,89		0,89		0,89		0,89	
ACUMULADO	14,69	100	2,15	148	25,46	133	8,88	133	2,23	167

ACUMULADO AOS 31 DAT

Média da MSPA

Fonte: autoria própria.

Tabela 3. Eficiência agrônômica da assimilação dos nutrientes S, B, Cu, Fe e Mn aos 31 DAT.

AMOSTRA	S	Efic Agr %	B	Efic Agr %	Cu	Efic Agr %	Fe	Efic Agr %	Mn	Efic Agr %	Zn	Efic Agr %
Controle	1,89		20,5		3,7		66		15,9		9,9	
MSPA	0,61		0,61		0,61		0,61		0,61		0,61	
ACUMULADO	1,15	100	12,51	100	2,26	100	40,26	100	9,70	100	6,04	100
3 mL	1,61		29,4		1,7		138		28,7		12,4	
MSPA	1,13		1,13		1,13		1,13		1,13		1,13	
ACUMULADO	1,82	158	33,22	266	1,92	85	4	387	32,43	334	1	232
6 mL	1,36		20,9		1,8		214		141,1		15,3	
MSPA	1,14		1,14		1,14		1,14		1,14		1,14	
ACUMULADO	1,55	134	23,83	191	2,05	91	6	606	160,85	1658	4	289
9 mL	1,47		23,5		1,8		97		35,6		12,8	
MSPA	0,99		0,99		0,99		0,99		0,99		0,99	
ACUMULADO	1,46	126	23,27	186	1,78	79	96,03	239	35,24	363	7	210
12 mL	1,48		26,5		1,8		94		35,6		14,2	
MSPA	0,89		0,89		0,89		0,89		0,89		0,89	
ACUMULADO	1,32	114	23,59	189	1,60	71	83,66	208	31,68	327	4	209

ACUMULADO AOS 31 DAT

Média da MSPA

Fonte: autoria própria.

Sena *et al.* (2024), em seu trabalho com cacau, discutem a importância da nutrição mineral adequada para promover um melhor desenvolvimento das mudas, concluindo que as deficiências que mais prejudicam o crescimento de mudas são atribuídas aos minerais Mg, Zn, S, P e N. Deste modo, pode-se atribuir o melhor desempenho em altura das mudas nos tratamentos com 3 e 6 mL/L de biostimulante ao fato de que, quando submetidas a tais concentrações, apresentaram maior eficiência agrônômica na assimilação desses nutrientes.

O fato de a maior eficiência agrônômica em assimilação de nitrogênio, fósforo e potássio ter sido encontrada nos tratamentos submetidos ao bioestimulante Ultra Litho Max corrobora o trabalho de Adoko *et al.* (2022), no qual os autores demonstraram que a aplicação de bioestimulante contribui para maior absorção destes nutrientes, além de promover maior altura de mudas, característica esta que também foi observada no presente trabalho.

Ademais, Júnior (2017) também identificou efeitos benéficos de bioestimulante para assimilação de nutrientes em cafeeiro, demonstrando, a partir da interação entre características do solo, produtividade e nutrição da planta, que o uso de bioestimulante foi capaz de proporcionar maior teor foliar de boro, ferro e manganês nas plantas.

Um trabalho realizado por Lobo (2018) também revelou efeitos positivos de um bioestimulante contendo nutrientes, aminoácidos e extrato da alga *Lithothamnium calcareum* na concentração foliar de N, K, Mn, Fe e Zn, indicando o uso do produto testado para o cultivo de mangueira.

Agudo (2022) relata que os bioprodutos oriundos de algas marinhas, além de possuírem reguladores de crescimento vegetal, como giberelinas, citocininas e auxinas, ainda possuem macro e micronutrientes, como cálcio, fósforo, potássio, ferro, cobre, zinco, boro, manganês, molibdênio e cobalto, que são de grande importância para o desenvolvimento e crescimento das plantas. Uma vez disponíveis para nutrição das mudas, tais compostos explicam os motivos pelos quais o uso dos bioestimulantes se mostra benéfico para a produção de mudas de diferentes cultivares em diversas pesquisas.

6. CONCLUSÃO

A dose de 6 mL/L do produto Ultra Litho Max, derivado de algas *Lithothamnium calcareum*, proporcionou maior eficiência para a fase de estabelecimento das mudas e desenvolvimento até os 20 dias após o transplante, tendo contribuído significativamente com a altura e o comprimento da terceira folha. Além disso, a dose em questão também se mostrou eficiente para o aumento dos índices de fenóis até o 13º dia de transplante, bem como para o aumento dos níveis de açúcares na parte aérea e na raiz aos 31 DAT. Também foi responsável pela maior eficiência agrônômica no acúmulo de nutrientes como cálcio, nitrogênio, zinco, manganês e ferro. Sendo assim,

é indicada para obtenção de mudas mais altas, vigorosas e robustas com menor tempo de plantio, favorecendo a precocidade das mudas e gerando mais rentabilidade ao produtor, uma vez que, indo mais cedo para o campo, as mudas terão maior tempo de produção.

A dose de 3 mL/L demonstrou melhor desempenho para o desenvolvimento de mudas em estádios mais avançados, apresentando os melhores resultados para altura e comprimento da terceira folha avaliados após os 20 dias de transplântio, além de ter promovido as maiores taxas de eficiência agrônômica para a assimilação de boro, enxofre, fósforo, potássio e magnésio aos 31 DAT. Para o acúmulo de açúcar na parte aérea, esta dose foi melhor na primeira etapa de coleta, com efeitos significativos até o 13º dia de transplântio.

Ademais, com o uso do bioestimulante, verificou-se que, com cerca de 70 dias após a semeadura, as mudas já estavam aptas para serem transferidas para o campo, o que, em geral, acontece entre 80 e 90 dias; portanto, o produto possibilitou a precocidade das plantas, favorecendo seu desenvolvimento. Tal característica é de interesse para o produtor, visto que, quanto mais cedo o pomar é implantado, maior o tempo de produção do maracujazeiro, que tem o início da produção entre 6 e 9 meses após a implantação do pomar.

Perante os testes analisados, nas condições apresentadas neste trabalho, recomenda-se o uso do produto Ultra Litho Max para a produção de mudas do maracujá BRS Gigante Amarelo, devido aos seus efeitos benéficos relacionados ao desenvolvimento, precocidade, qualidade e nutrição das mudas.

A partir de todas as informações disponibilizadas neste trabalho, foi possível a construção de um manual de produção de mudas de maracujá utilizando bioestimulantes, material este que se encontra disponível em formato digital como apêndice deste documento.

REFERÊNCIAS

ADOKO, M. Y.; NOUMAVO, A. D. P.; AGBODJATO, N. A.; AMOGAU, O.; SALAMI, H. A.; AGUE´GUE, R. M.; ADJOVI, N. A.; ADJANOHOON, A.; MOUSSA, L. B. Effect of applying pgpr-based biostimulant on the growth, yield and nutritional status of maize in benin. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2022.

AGUDO, T. C. **BIOESTIMULANTE E ÁCIDO GIBERÉLICO COMO NOVA PROPOSTA NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE *Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.** 2022. 78 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR.

AGUIAR, C. A. da C.; RIBEIRO, V. G.; FREITAS, S. T. de; SILVA, A. F. da. Extrato de algas marinhas no desenvolvimento, produtividade e qualidade pós-colheita da videira BRS Vitória. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 4, e10713445508, 2024.

ALMEIDA, J. P. N. de.; BARROS, G. L.; SILVA, G. B. P. da.; PROCÓPIO, I. J. S. MENDONÇA, V. Substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em bandeja. **Revista Verde**. (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 188 – 195, janeiro/março de 2011.

AMATUSSI, J. O.; MÓGOR, A. F.; MÓGOR, G.; LARA, G. B. de. Novel use of calcareous algae as a plant biostimulant. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 3, p. 2023-2030, 2020.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, novembro de 1999.

AQUACULTURE BRASIL. **Maricultura da macroalga *Kappaphycus alvarezzi* como suporte ao desenvolvimento sócio econômico no litoral do estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/170/maricultura-da-macroalga-kappaphycus-alvarezzi-como-suporte-ao-desenvolvimento-socio-economico-no-litoral-do-estado-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 01 jun. 2023.

ARAÚJO, J. M. H. **Algas marinhas como bioestimulantes no crescimento inicial de espécies florestais da Caatinga**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Macaíba-RN, 2017. 47p.

BARRETO, S. F.; GASPI, F. O. G.; OLIVEIRA, C. F. de. Estudo químico das principais vias do metabolismo secundário vegetal: uma revisão bibliográfica. **Revista Científica da FHO| Uniararas**, v. 8, n. 1, p. 60-72, 2020.

BETTINI, M. A. **Aplicação de extratos de algas marinhas em cafeeiro sob deficiência hídrica e estresse salino**. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. 2015.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, 2020.

BRANT, L. A. C. **Extrato de algas marinhas no crescimento de bananeira cv. Prata-Anã na fase de aclimação**. Dissertação (Mestrado em fitotecnia), Lavras-MG, 2016. 67p.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. 1ª ed. Piracicaba: Serviço de Produções Gráficas – USP/ESALQ, 2006. 46p.

CAVICHIOLO, J. C.; MELETTI, L. M. M.; NARITA, N. Aspectos da Cultura do Maracujazeiro no Brasil. **TodaFruta**, Jaboticabal, 11 p. 2018. Disponível em: <<https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/05/MARACUJA.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

COSTA, F. M.; DOS ANJOS, G. L.; CAMILO, G. B. da M.; OLIVEIRA, U. C. de; SOUZA, G. S. de; SANTOS, A. R. dos. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes composições de substrato e ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, 2018, v. 41, n. 1, p. 138-146.

DA SILVA M. C. M.; ALVARENGA, C. A. F.; PENHA, H. G. V., CORRÊA, L. D. M.; ROCHA, J. S. Influence using organic calcium from algae of the genus *Lithothamnium calcareum* in pastures' soils. **Research, Society and Development**, v. 12, n.8, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i8.42743.

DA SILVA, A. A.; LINHARES, P. C. A.; ANDRADE, L. I. F. de; CHAVES, J. T. L.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; MARCHIORI, P. E. R. Potassium Supplementation Promotes Osmotic Adjustment and Increases Water Use Efficiency in Sugarcane Under Water Deficit. **Sugar Tech**, p. 1-10, 2021.

DE MELO, P. C., DE ABREU, C. G., BAHCEVANDZIEV, K.; PEREIRA, L. Marine macroalgae bioextract changes the index of reflectance in Pepper plants. **Oceanography & Fisheries Open Access Journal**, v. 11, n. 5, p. 85-88, 2020.

DE SOUZA, H. A.; MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; FERREIRA, E. A.; ALENCAR, R. D. Doses de *Lithothamnium* e diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro 'doce'. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 24-30, 2007.

DE PAULA, L. F. **Produção de mudas avançadas de maracujá em função de volumes de recipientes e doses de nitrogênio**. 2021. 45f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas – IAC, CAMPINAS, 2021.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington-DC, v. 28, n. 3, p.350-356, 1956.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v.30, p.3-14, 2015.

ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismos de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.531-541, 2001. DOI: 10.1590/S0103-84782001000300030.

EMERIQUE, C. B. de L.; LIMA, L. C.; CARMO, A. S.; LIMA, M. S. S.; CARVALHO, F. S.; PONCE, F. da S.; ALVES, G. A. R.; BORGES, L. da S. Teores de macro e micronutrientes em plantas de jambu cultivadas em ambiente protegido. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 3, p. 273-283, 2022.

FARIA, T. C. **Desempenho de bioestimulantes e sua viabilidade econômica na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Goiânia - GO, 2017. 62p.

FERRAZZA, D.; SIMONETTI, A. P. M. M. Uso de extrato de algas no tratamento de semente e aplicação foliar, na cultura da soja. **Cultivando o saber**, Cascavel, v.3, n.2, p.48-57. 2010.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy. Maringá**, v. 27, n. 2, p. 209-214, abril/junho, 2005.

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

FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, G. S.; MEDEIROS, A. K. A. Teores e acúmulos de nutrientes em mudas de maracujazeiros sob salinidade hídrica e uso de urina de vaca. **Revista Nativa Sinop**, Cuiabá-MT, v.8, n.4, p.464-475, 2020.

FURLANI P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia-NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo. 30 p. (Boletim técnico, 168). 1997.

GONÇALVES, B. H. L.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. A.; TECCHIO, M. A.; LEONE, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, 2018, v. 41, n. 1, p. 147-155.

GONZÁLEZ, F. **Noções de fotossíntese**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2023. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2023/01/fotossintese.pdf>.

GUERRA, A. M. N. de M.; DA CRUZ, I. M.; SANTOS, P. A.; AQUINO, C. F. Uso de bioestimulante na produção de mudas recipientizadas de batata doce (*Ipomea batatas*). **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara**, v.4, n. 3, set/dez 2022. DOI: 10.46636/recital.v4i3.303.

GUILHERME, J. P. M. **Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em função de substratos alternativos e adubo de liberação lenta**. 2019. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Acre - Rio Branco, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de maracujá**. 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da produção paulista**. São Paulo, 2019. Disponível em: <subjativa (iea.sp.gov.br)>. Acesso em: 20 jun. 2020.

JORGE, L. G. (2024). **Impacto das estações hídricas do cerrado paulista nos metabolismos primário e especializado de *Xylopia Aromatica* (Lam.) Mart.** 2024. 81 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2024.

JÚNIOR, K. S. F. **Uso de bioativador de solo associado a diferentes coberturas vegetais e a influência nas características químicas, físicas e microbiológicas**. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção na Agropecuária). Alfenas – MG, 2017. 74p.

KHAIRY, H. M.; EL-SHAFAY, S. M. Seasonal variations in the biochemical composition of some common seaweed species from the coast of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. **Oceanologia**, v.55, n.2, p.435-452, 2013.

KATO, D. S.; SILVA, C. M. da; HIGUCHI, M. T.; BAUCHROWITZ, I. M.; NETO, J. dos S.; SHIMIZU, G. D.; OLIVEIRA, A. F. de. Produção de mudas de maracujá amarelo submetidas a doses crescentes de adubação de liberação lenta. **Revista Terra e Cultura**: v. 34, n. especial Ciências Agrária. 2018.

KOCH, K. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. **Current Opinion in Plant Biology**, v.7, n.3, p.235-246, 2004.

LACERDA, E. G.; SANCHES, L. F. de J.; QUEIROZ, J. O.; SILVA, C.P. da; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, J. U. G. de. Efeito do bioestimulante no desenvolvimento de mudas de maracajueiro (*Passiflora alata*) em condições de canteiro. **Revista Agrária Acadêmica**, v.3, n.2, março/abril, 2020.

LIU, R. H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. **The American Journal of Clinical Nutrition**; v. 78, p. S517-S520, 2003.

LOBO, J. T. **Bioestimulantes no cultivo da mangueira cv. Kent no submédio do Vale do São Francisco**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia Produção Vegetal). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina - PE, 2018. 67p.

LYN, J. Y.; TANG, C. Y. Determinação do conteúdo total de fenólicos e flavonóides em frutas e vegetais selecionados, bem como seus efeitos estimuladores na proliferação de esplenócitos em camundongos. **Food Chemistry**, v. 101, p. 140-147.

MACHADO, S. A.; SILVA, J. B.; SANTOS, M. C. A agricultura familiar e o desenvolvimento sustentável no Brasil: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 4, p. 1029-1042, 2021. DOI: 10.18542/rbagroeco.v16i4.5123.

MACHADO, W. M.; PEREIRA, A. D.; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Publication UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 19, n. 1, p. 17-17, 2013.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura familiar**. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar>>. Acesso em: 23 out. 2022

MILANEZZI, G. C. Compostos bioativos em frutas exóticas brasileiras: revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 7, p. 52376-52385, 2022.

NETO, R. C. A; NEGREIROS, J. R. S. da; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, K. P.; NOGUEIRA, S. R.; SANTOS, R. S.; ALMEIDA, U. O. de; RIBEIRO, A. M. A. de S. Recomendações Técnicas para o Cultivo do Maracujazeiro- Amarelo cvs. BRS Gigante Amarelo e BRS Sol do Cerrado. **Embrapa**, nº 187, 12 p. Acre, 2015.

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

OLIVEIRA, H. M. **Bioestimulantes e condicionadores de solo no cultivo de *Physalis peruviana***. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, 2017. 40p.

OSENI, O. M.; PANDE, V.; NAILWAL, T. K. A review on plant tissue culture, a technique for propagation and conservation of endangered plant species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 7, p. 3778-3786, 2018.

QUARESMA, J. P.; PACHECO, D. D.; SILVA, T. C.; BATISTA, C. H. A. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) em resposta a calagem, NPK e micronutrientes. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, p.1-25, 2020.

RAMOS, E. P.; FERREIRA, T. R.; AGUIAR, D. B.; ALVES, F. L.; DOUSSEAU-ARANTES, S. *Lithothamnion* sp. como bioestimulante no cultivo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 53, e76273, 2023.

REGANOLD, J. P.; WACHTER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Natureplants**, v.2, n. 15221, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>.

SENA, W. de L.; TRINDADE, P. S. da C.; SALES, T. de M.; DA SILVA, A. L. P.; LÉLIS, A. da T.; CANTUÁRIA, P. de C.; DE ALMEIDA, S. S. M. da S.; FARIAS, A. L. F. Omissão de nutrientes em mudas de cacauero. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 1, p. 1296–1312, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-069>.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, J. B.; SANTOS, M. C. A cultura do maracujá e a redução do êxodo rural: um estudo de caso em Petrolina, Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, n. 4, e1104, 2022.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SILVA, M. M. L. **Conteúdo de carboidratos na maturação da parte aérea e produtividade em mangueira palmer submetidos a fertilização potássica e bioestimulante**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas, Sete Lagoas - MG, 2018. 40p.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, n. 1, p. 49-55, 1977.

SOUSA, F. C.; COSTA, J. R.; PEREIRA, M. C. O maracujá como agente de transformação social e desenvolvimento local: o caso do projeto “Cultivando o Futuro” no Ceará. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 2, p. 345-362, 2022.

SOUSA, E. E. M.; MACHADO, A. C. L. D. O.; NEPOMUCENO, A. L. D. O.; FURTADO, M. D. C. Uso de bioestimulantes na produção de mudas de variedades de *Brassica oleracea* L. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

SOUZA, A.; DE PAULA, A. C. C. F. F; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Effects of irradiance on non-structural carbohydrates, growth, and hypoglycemic activity of *Rhynchelytrum repens* (Willd.) CE Hubb. (Poaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, p. 697-706, 2004.

SOUZA, A. de; MORAES, M. G. de; RIBEIRO, R. de C. L. F. Gramíneas do cerrado: carboidratos não-estruturais e aspectos ecofisiológicos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 81-90, 2005.

SOUZA, E. M. de; JUNIOR, K. S. F.; BRIGANTE, G. P.; BROCKELMANN, C. E.; TAVARES, R. M.; DIAS, M. S.; MARQUES, D. J.; CARNEIRO, J. P. C. Effect of soil bioactivador in coffee initial development. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, p. 60–65. 2020. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i04.8420>

TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. de; KÄMPF, A. N. **Técnicas de preparo de substratos para aplicação em horticultura (olericultura e fruticultura)**. 2 ed. Brasília DF. LK editora, 2012. 100 p.il

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TRINDADE, P. S. da C.; SENA, W. de L.; SALES, T. de M.; DA SILVA, A. L. P.; LÉLIS, A. da T.; CANTUÁRIA, P. de C.; DE ALMEIDA, S. S. M. da S.; FARIAS, A. L. F. Desenvolvimento de mudas de *Theobroma cacao* L. sob omissão de macro e micronutrientes. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 1276–1295, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n1-068.


VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47p.

ZODAPE, S. T.; MUKHERJEE, S.; REDDY, M. P.; CHAUDHARY, D. R. Effect of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex silva. extract on grain quality, yield and some yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Plant Production**, v. 3, n. 2, p. 97-101, 2009.

ZODAPE, S. T; MUKHOPADHYAY, S.; ESWARAN, K.; REDDY, M. P.; CHIKARA, J. Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 69, p. 468-471, 2010.

ZANDONADI, D. B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. 2016. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14218786/bioestimulantese-producao-de-hortalicas>. Acesso em: 06 ago. 2024.

APÊNDICE - Produto Técnico Tecnológico: Manual de produção de mudas de maracujá utilizando bioestimulantes



MANUAL DE PRODUÇÃO DE MUDAS *de maracujá utilizando* **BIOESTIMULANTES**



Julimara dos Reis Oliveira Alves
Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula
Paulo César de Melo



FICHA TÉCNICA



© 2024. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)
Sem direitos reservados. A reprodução completa ou parcial está autorizada, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

INFORMAÇÕES E CONTATOS

IFMG/BAMBUÍ. Faz. Varginha - Rodovia
BambuÍ/Medeiros - km 05
Caixa Postal 05 - Bambuí - MG
CEP: 38900-000
www.bambui.ifmg.edu.br

REITOR DO IFMG

Rafael Bastos Teixeira

PRÓ-REITORA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

Gislayne Elisana Gonçalves

DIRETOR-GERAL DO IFMG/CAMPUS BAMBUÍ

Humberto Garcia de Carvalho

COORDENADORA DO MPSTA/IFMG – CAMPUS BAMBUÍ

Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula

AUTORES

Julimara dos Reis Oliveira Alves
Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula
Paulo César de Melo

DIAGRAMAÇÃO

Julimara dos Reis Oliveira Alves

IMAGENS

Arquivo pessoal da autora Julimara dos Reis Oliveira Alves

FICHA CATALOGRÁFICA



Sumário

- 01 Apresentação
- 02 Introdução
- 04 O que são bioestimulantes?
- 05 Ultra Litho Max
- 06 Como obter as sementes?
- 07 Qual substrato utilizar?
- 08 Como escolher o recipiente para plantio?
- 09 Passo a passo
- 12 Você sabia?
- 14 Referências

✧ Apresentação ✧



Arquivo pessoal.

Esta obra trata-se de um Manual de Produção de Mudanças de Maracujá desenvolvido como produto técnico-tecnológico (PTT) no programa de pós-graduação - Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental (MPSTA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí.

Aqui será apresentado o passo a passo para obtenção de mudas de qualidade, vigorosas e precoces para implementação de pomares produzidas a partir do uso de um bioestimulante, produto natural elaborado à base de algas marinhas da espécie *Lithothamnium calcareum*.

O objetivo é explicar de forma simples e prática ao produtor de mudas e a toda a população interessada no assunto um método eficaz de produção que, além de utilizar um produto bastante benéfico para as plantas, ainda contribui para a sustentabilidade.

O material encontra-se disponível em formato digital para ampliar o acesso da comunidade à informação, uma vez que, virtualmente, é possível atingir um grande número de pessoas, destacando-se que é bem ilustrado, para facilitar o entendimento.

Introdução



Arquivo pessoal.



A produção de frutas, no Brasil, é praticada por pequenos, médios e grandes produtores que investem em tecnologias para aprimorar seus cultivos. O maracujá é uma cultura de grande importância social e econômica para o país por oferecer renda distribuída ao longo do ano, sendo uma alternativa interessante para a agricultura familiar (CAVICHIOLI *et al.*, 2018).



A utilização de técnicas adequadas para a formação de mudas possibilita ao produtor obter mudas de qualidade, o que aumenta a produtividade e a precocidade da primeira produção do maracujazeiro. A muda é o principal insumo na criação de um pomar e, se bem manejada, garante pomares produtivos e rentáveis (ALMEIDA *et al.*, 2011; DE PAULA, 2021).



Arquivo pessoal.

Introdução



Arquivo pessoal.



Novas tecnologias, como o uso de produtos naturais para fortalecer as plantas, estão ajudando a aumentar a produção em diversas culturas. Esses produtos fazem com que as sementes germinem melhor e as plantas cresçam mais rápido e fortes, garantindo uma plantação mais uniforme e saudável (LACERDA *et al.*, 2020).



Neste sentido, apresentaremos a seguir algumas dicas e o passo a passo de produção para trazer ganhos às lavouras através da melhoria na qualidade das mudas.



Arquivo pessoal.

0 que são bioestimulantes?

Os bioestimulantes podem conter algas marinhas, aminoácidos, hormônios vegetais e outras substâncias naturais. Para serem considerados verdadeiros bioestimulantes, esses produtos precisam provar que ajudam as plantas a crescerem melhor. No entanto, muitos deles são registrados apenas como fertilizantes, sem essa comprovação. Além disso, esses produtos podem conter nutrientes e vir em diferentes formas, como líquidos ou em pó, podendo ser aplicados diretamente no solo ou nas folhas, frutos e sementes (RAMOS *et al.*, 2023).

Esses produtos fazem com que as mudas se desenvolvam melhor, com raízes mais fortes, mais folhas e sejam mais robustas, o que resulta em plantas adultas mais saudáveis e com uma produção maior de frutos ou grãos (GUERRA *et al.*, 2022).

O produto utilizado para a produção de mudas, neste trabalho, foi uma suspensão homogênea à base da macroalga marinha *Lithothamnium calcareum* desidratada e processada, produzido pela empresa Ceres Master Algas.



Arquivo pessoal.

Ultra Litho Max

O Ultra Litho Max é um bioestimulante produzido a partir do pó da alga *Lithothamnium calcareum*, pertencente à família *Corallinaceae*, encontrada principalmente na França. Viva, apresenta coloração vermelha, e, quando morre, adquire uma coloração cinza-azulado. No Brasil, pode ser encontrada em reservas naturais nas costas brasileiras (BETTINI, 2015).

A extração da alga pode ocorrer por meio de navios ou manualmente. A alga, em sua forma natural, passa por higienização, desidratação e moagem; é ensacada e comercializada em pó ou em forma líquida, podendo ser aplicada de diferentes formas (BETTINI, 2015).

A pesquisa que gerou esta obra apontou que a dose de 6 mL/L de Ultra Litho Max foi benéfica para o estabelecimento e desenvolvimento das mudas de maracujá BRS Gigante Amarelo, tendo contribuído significativamente para a altura, comprimento da terceira folha, aumento dos índices de fenóis e níveis de açúcares na parte aérea e na raiz e maior eficiência no acúmulo de nutrientes como cálcio, nitrogênio, zinco, manganês e ferro. Sendo assim, é indicada para obtenção de mudas mais altas, vigorosas e robustas com menor tempo de plantio, favorecendo a precocidade das mudas e gerando mais rentabilidade ao produtor, uma vez que, indo mais cedo para o campo, as mudas terão maior tempo de produção.



Arquivo pessoal.

Como obter as sementes?



Arquivo pessoal.

As sementes para o plantio devem ser obtidas de fornecedor certificado. Foram utilizadas as sementes da cultivar transgênica de maracujá azedo da EMBRAPA, BRS Gigante Amarelo, geração F1, garantindo a qualidade genética do material.

O maracujá Gigante Amarelo é um híbrido produzido pela EMBRAPA, adaptado a altitudes de até 1500 m que pode ser plantado em qualquer época do ano. A cultivar é tolerante a bacterioses e antracnose. O fruto é rico em vitamina C, e o peso varia de 120 a 350 gramas, sendo 40% de polpa.

No site da EMBRAPA, é possível encontrar a indicação do fornecedor. As sementes são vendidas diretamente pelo site da empresa AGROCINCO, sendo possível comprar pacotes com 10, 50, 100, 500 e até 1000 sementes, não apenas desta, mas de outras cultivares também.

Qual substrato utilizar?



Arquivo pessoal.

O substrato promove a sustentação da muda e fornece nutrientes, por isso deve estar livre de sementes de plantas espontâneas (“ervas daninhas”), pragas e organismos causadores de doenças (KRATZ *et al.*, 2013; ANDRINO, 2018).

Os substratos agrícolas podem ser classificados em naturais, sintéticos, orgânicos ou minerais e podem ser constituídos por diferentes combinações de vários materiais (CAMPAGNOL, 2015).

No presente manual, foi utilizado o substrato comercial Maxfertil, que é formulado com casca de pinus, cinzas, vermiculita, serragem e bioestabilizantes, e contém como aditivos, em sua composição, 0,5% de corretivos de acidez, 0,5% de fosfato natural e 0,6% de fertilizante mineral NPK.

Para corrigir a falta de nutrientes neste substrato, é indicado o enriquecimento com 6 kg/m^3 da alga *Lithothamnium calcareum* em pó e realização de adubação foliar de cobertura com os fertilizantes MAP ou Super Simples+Ureia logo após a germinação das sementes.

✧ Como escolher o recipiente para plantio? ✧



Arquivo pessoal.



Arquivo pessoal.

A semeadura em recipientes é a forma mais utilizada atualmente na produção de mudas frutíferas, apresentando como vantagens a maior precocidade de produção, menor risco de doenças, melhor aproveitamento das sementes e da área de produção (ALMEIDA *et al.*, 2011).

Uma boa dica é utilizar bandejas de isopor com 128 células (espaços para plantio) para semear e, posteriormente, transferir as plântulas mais bem desenvolvidas para bandejas de tubetes com 240 mL de capacidade e 32 células. Assim, suas mudas terão espaço de sobra para crescer até chegarem ao estágio de transferência para o campo.



Passo a passo



Arquivo pessoal.

▶ 1. Enchimento das bandejas de plantio

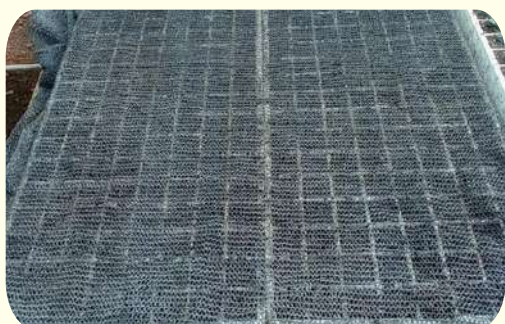
Espalhe bem o substrato por toda a bandeja. Quando ela estiver cheia, “bata” levemente três vezes para acomodá-lo nos espaços (ou células) e finalize o preenchimento até completar o que faltou.



Arquivo pessoal.

▶ 2. Semeadura

Fure buracos de cerca de um centímetro de profundidade no centro de cada célula e espalhe de duas a três sementes. Em seguida, cubra com mais substrato.



Arquivo pessoal.

▶ 3. Irrigação e proteção

Irrigue o substrato de 2 a 3 vezes por dia, deixando-o bem úmido, porém não encharcado a ponto de formar poças na superfície. Proteja a bandeja com sombrite até que as sementes comecem a germinar.



Arquivo pessoal.

▶ 4. Desbaste e adubação foliar

Após 15 dias, quando as sementes germinarem, faça o desbaste, deixando apenas as plântulas mais vigorosas. Realize a primeira adubação foliar de cobertura com 10 g.L^{-1} de Super Simples e 5 g.L^{-1} de ureia dissolvidos em água. Repita a adubação após 7 dias.



Passo a passo



Arquivo pessoal.

▶ 5. Preparando o transplântio de mudas

40 dias após a sementeira, transplante as mudas para recipientes maiores. Antes de preencher com substrato, coloque ao fundo um pedaço quadrado de 1x1 cm de esponja e uma pequena porção de pedras britas n.º1 para evitar o escape do substrato.



Arquivo pessoal.

▶ 6. Transplantando as mudas

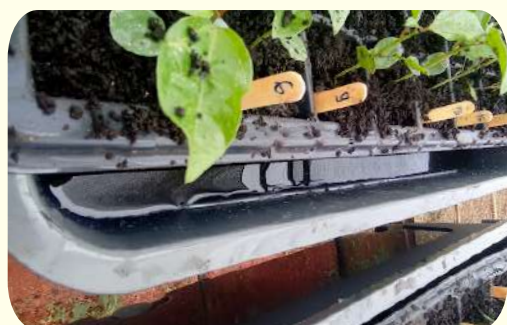
Remova cuidadosamente as mudas do recipiente de sementeira, mantendo a porção de substrato que prende as raízes para não danificá-las e as transfira para os novos recipientes, completando o nível de substrato até preenchê-los completamente.



Arquivo pessoal.

▶ 7. Preparando um sistema hidropônico

Dilua um kit de nutrientes para cultivo hidropônico de hortaliças (disponível no comércio) em água, acrescente 6 mL/L do bioestimulante e prepare “piscinas” para posicionar os recipientes com as mudas.



Arquivo pessoal.

▶ 8. Posicionando as mudas

Posicione os recipientes de mudas nas “piscinas” de modo que o fundo dos recipientes seja coberto em 2/3, não ficando o substrato completamente submerso na solução.



✧ Passo a passo ✧



Arquivo pessoal.

▶ 9. Repondo a solução

Acompanhe o nível da solução nas piscinas, repondo o volume a cada 5 dias, pelo menos, ou de acordo com a necessidade, mantendo sempre a mesma concentração inicial do bioestimulante para garantir a qualidade e o bom desenvolvimento das mudas.



Arquivo pessoal.

▶ 10. Transferência para o campo

Após 30 dias no sistema hidropônico, as mudas já estarão vigorosas e desenvolvidas, prontas para serem plantadas no solo.



Reprodução internet.

▶ AGORA É COM VOCÊ!

Depois de implantado o seu pomar, é só irrigar bem e aguardar a colheita! Lembre-se de ficar de olho nas pragas que podem atacar as suas plantas e, se possível, faça o controle biológico utilizando formas naturais de controle ao invés de produtos que podem ser tóxicos ao meio ambiente. O Planeta agradece e nós também!

Você sabia?



Reprodução internet.

Produzir desta forma é bom para você e bom para o mundo! Assim, você estará contribuindo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU, por meio do uso de bioprodutos em substituição a insumos químicos poluentes, produção sustentável de alimentos, valorização do produtor rural e crescimento econômico do país, além de disseminar a preocupação ambiental.



Reprodução internet.

VAMOS JUNTOS TRANSFORMAR

o mundo?



julimaradosreis@outlook.com

© 2024

REFERÊNCIAS

ANDRINO, M. A. **Desenvolvimento De Substrato Para Produção De Mudanças De Hortaliças A Partir De Resíduos Orgânicos No IFMG - Campus Bambuí**. 2018. 67f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí – IFMG – Bambuí, Bambuí, 2018.

ALMEIDA, J. P. N. de.; BARROS, G. L.; SILVA, G. B. P. da.; PROCÓPIO, I. J. S. MENDONÇA, V. Substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em bandeja. **Revista Verde**. (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 188 – 195, janeiro/março de 2011.

BETTINI, M. A. **Aplicação de extratos de algas marinhas em cafeeiro sob deficiência hídrica e estresse salino**. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. 2015.

CAMPAGNOL, R. **Nitrogênio e tipos de substratos no monitoramento nutricional, na produtividade e na qualidade do tomateiro cultivado em ambiente protegido climatizado**. 2015. 96f. Dissertação mestrado (Pós-Graduação em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2015.

CAVICHIOLO, J. C.; MELETTI, L. M. M.; NARITA, N. Aspectos da Cultura do Maracujazeiro no Brasil. **TodaFruta**, Jaboticabal, 11 p. 2018. Disponível em: <<https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/05/MARACUJA.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

DE PAULA, L. F. **Produção de mudas avançadas de maracujá em função de volumes de recipientes e doses de nitrogênio**. 2021. 45f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas – IAC, CAMPINAS, 2021.

REFERÊNCIAS

GUERRA, A. M. N. de M.; DA CRUZ, I. M.; SANTOS, P. A.; AQUINO, C. F. Uso de bioestimulante na produção de mudas recipientizadas de batata doce (*Ipomea batatas*). **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara**, v.4, n. 3, set/dez 2022. DOI: 10.46636/recital.v4i3.303.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. de. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, outubro/dezembro, 2013.

LACERDA, E. G.; SANCHES, L. F. de J.; QUEIROZ, J. O.; SILVA, C.P. da.; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, J.U. G. de. Efeito do bioestimulante no desenvolvimento de mudas de maracajueiro (*Passiflora alata*) em condições de canteiro. **Revista Agrária Acadêmica**, v.3, n.2, março/abril, 2020.

RAMOS, E. P.; FERREIRA, T. R.; AGUIAR, D. B.; ALVES, F. L.; DOUSSEAU-ARANTES, S. Lithothamnion sp. como bioestimulante no cultivo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 53, e76273, 2023.