

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EXTRATOS DE ALGAS E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS
AVANÇADAS EM MARACUJAZEIRO AZEDO**

Rafael Lima De Carvalho

Dourados
Mato Grosso do Sul
2024

**EXTRATOS DE ALGAS E SUBSTRATOS EM MUDAS AVANÇADAS DE
MARACUJAZEIRO AZEDO**

Rafael Lima De Carvalho

Orientador: Prof(a) Dra. Silvia Correa Santos

Dissertação apresentada à
Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia -
Produção Vegetal, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C331e Carvalho, Rafael Lima De
EXTRATOS DE ALGAS E SUBSTRATOS EM MUDAS AVANÇADAS DE
MARACUJAZEIRO AZEDO [recurso eletrônico] / Rafael Lima De Carvalho. -- 2024.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Silvia Correa Santos.

Coorientadoras: Ivo De Sá Motta, Elissandra Pacito Torales.

Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Ascophyllum nodosum. 2. Bioestimulantes. 3. mudas altas. 4. Chlorella sp.. 5. produção sustentável. I. Santos, Silvia Correa. II. Motta, Ivo De Sá. III. Torales, Elissandra Pacito. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**EXTRATOS DE ALGAS E SUBSTRATOS EM MUDAS AVANÇADAS DE
MARACUJAZEIRO AZEDO**

por

RAFAEL LIMA DE CARVALHO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 04 de março de 2024.



Documento assinado digitalmente
SILVIA CORREA SANTOS
Data: 20/03/2024 11:26:58-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Silvia Correa Santos
Orientador-UFGD



Documento assinado digitalmente
CLEBERTON CORREIA SANTOS
Data: 21/03/2024 10:47:28-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Membro interno-UFGD



Documento assinado digitalmente
ELISSANDRA PACITO TORALES
Data: 22/03/2024 22:04:03-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Elissandra Pacito Torales
Membro externo-UNEMAT

*“Gente simples, fazendo coisas pequenas, em lugares poucos importantes,
conseguem mudanças extraordinárias”*

Provérbio Africano

Dom Moacyr Grechi

Dedico esta dissertação aos que me inspiraram com sabedoria, paciência e apoio incondicional ao longo desta jornada acadêmica. À minha família, que sempre foi a base sólida em que construí meus sonhos. Aos amigos e colegas, pela troca de experiências enriquecedoras. Aos professores e orientadores, pelo conhecimento compartilhado e pela orientação valiosa. Este trabalho é dedicado a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal da Grande Dourados através da Faculdade de Ciências Agrárias pela oportunidade, A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa ter como suporte para meu auxílio durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

A minha professora, orientadora. Dra. Silvia Correa Santos pelo exemplo de profissionalismo a ser seguido, por me aceitar, confiar e acreditar, e no meio do caminho, me orientar e acreditar em mim, uma excelente orientadora e professora, também a pós-doutorando Dra. Elisandra Torrales, pela co-orientação, por me dar esperanças e tranquilidade, por ser paciente e companheira, uma pessoa que admiro muito.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a finalização deste trabalho em especial ao Renan Marré, Bruno Lenhart, Tiago Taira, Carol Queiroz, Vanda Maria, Nardelio, Tuane, Camilia Farah, e João Machado, muito obrigado.

Aos meus pais, Constantino Almeida de Carvalho e Maria José Araujo Lima, aos meus comrades e ao mesmo tempo afilhados que tenho como pais Ylana Pricila Barroso Costa e Ronaldo da Silva Carvalho por todo incentivo, ensinamentos, apoio nas horas difíceis e todo amor por mim. Obrigado por toda a ajuda financeira e tudo que batalharam para eu chegasse até aqui. A vocês, minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos(a) e cunhadas(o), sobrinhos, em especial ao Eduardo Lima e sua esposa Eliane Chayana por todo apoio, e gratidão.

A todos os meus amigos do Piauí e Maranhão pela força e incentivo durante toda essa jornada longe de casa em especial a Thalyta Kezya, Andressa Guimarães, Jaqueline Guimarães, Lindalva Barroso, Carol Martins, Rismaria Carvalho, Felinha Barroso, Rosa Lima, Marcos Paulo, Jan Carla, Larissa, Italo Mendes, Lucelia Macedo, gratidão a todos.

Ao meus grandes amigos por terem me suportado todos os dias na alegria, tristeza, e na doença, Carolina Aquino, Guilherme Ferreira, Yara América, Renan Marré e Bruno Lenhart, Rosy, obrigado por serem esses amigos nota mil, amo todos.

Deixo aqui o meu sincero agradecimento ao Eder Ferreira que confiou em dividir moradia comigo desde o primeiro momento da minha permanência aqui no MS até os dias atuais, muito obrigado. A todos os meus colegas e amigos da UFGD, por todos os momentos compartilhados, trocas de conhecimentos e ajuda durante as disciplinas, condução dos experimentos. Gratidão por tudo e a todos durante essa caminhada.

Muito Obrigado!

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Descrição do local de execução do experimento sobre a produção de mudas avançadas de maracujá AG1-Embrapa na UFGD no setor de paisagismo e plantas ornamentais, Dourados-MS, 2024..... 28
- Figura 2.** (A) preparo das misturas para proporções dos substratos sobre , (B) peso dos vasos com o conteúdo mantendo em 4 kg cada e (C) montagem e redistribuição dos vasos em cada tratamentos para realização do experimento, Dourados-MS, 2024..... 34
- Figura 3.** (a) Avaliação visual sobre altura das plantas (B) Diâmetro do caule (C) Número de folhas e Índice SPAD das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, Dourado-MS, 2024..... 35
- Figura 4.** (a) determinação das massa fresca em balança analítica, (B) secagem das massas frescas das parte area e raiz para determinação das massa seca atraves estufa (C) determinação das massa secas de parte área e com auxilio de um beque e de balança analítica, Dourado-MS, 2024. 35
- Figura 5.** (A) Resultados do teste de comparação múltipla entre os níveis dos substratos (substrato comercial - BSA, substrato + esterco ruminal -SAER, solo + areia – SAR) ao longo do tempo (30, 60, 90, e 120 DAE), e (B) ajuste da regressão em função das avaliações no tempo em cada substrato, sobre a variável altura das mudas avançadas de maracujá azedo, Dourados-MS,2024. 38
- Figura 6.** (a) Resultados do teste de comparação múltipla de médias entre os níveis de substratos (substrato comercial – BSA; substrato + esterco ruminal - SAER; solo + areia – SAR) dentro de cada avaliações no tempo (30, 60, 90, e 120 DAE), (b) ajuste da regressão em função das avaliações no tempo em cada nível de substrato (b), quando avaliada a variável diâmetro (cm), na produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa..... 39
- Figura 7.** (A) Resultados do teste de médias de comparação múltipla entre os níveis de substrato, dentro de cada tempo de avaliação. (B) ajuste da regressão em função das avaliações no tempo em cada nível de substrato, quando avaliada a raiz quadrada do número de folhas das mudas. Dourados-MS,2024. 41
- Figura 8.** Resultados do teste de médias sobre a comparação múltipla entre os níveis de substrato dentro de cada avaliações ao longo do tempo (a) e o ajuste da regressão em função

das avaliações no tempo sobre cada substrato (b), quando avaliada o índice SPAD (clorofila).....	42
Figura 9. Teste de média entre os diferentes tipos substrato sobre as características (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área – MFPA) na produção de mudas avançadas de maracujazeiro azedo. Dourados-MS, 2024.	44
Figura 10. (a) Teste de médias sobre a área foliar quando avaliado os diferentes substratos dentro de cada Dose de macroalgas (<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis.). (b) Ajuste da regressão da variável área foliar (AF) em função das Doses de macroalgas (<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis.) dentro de cada nível de substratos. Dourados-MS, 2024.....	45
Figura 11. (a) Correlograma das características morfométricas (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) e (b) diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial - BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e as dose de macroalgas (<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis.) avaliadas no estudo. O símbolo “X” (a) indica correlação não significativa ($P > 0,05$) e as elipses para os substratos (b) construídas com 95% de confiança.	47
Figura 12. Teste de comparação múltipla entre os níveis de substrato (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e a análise nutricional das folhas de maracujá azedo gigante amarelo- AG1, Embrapa.	49
Figura 13. Resultado do teste de medias da interação dupla ente substratos x dose quando avaliado o micronutriente Cobre (Cu) sobre a análise da diagnose nutricional das folhas das mudas avançadas. Dourados-MS,2024.	50
Figura 14. (a) Correlograma das características da diagnose nutricional foliar para fósforo (P), cálcio (Ca), nitrogênio (N), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), e potássio (K), e diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot (b) sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e as dose de macroalgas (<i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis.) (O símbolo “X” indica correlação não significativa ($P > 0,05$) e as elipses para os substratos fig.(4b) construídas com 95% de confiança). Dourados-MS,2024.....	51

Figura 15. Índice de qualidade (IQD) de mudas avançadas de maracujazeiro com diferentes substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR).....	52
Figura 16. Correlograma (a) e análise biplot (b) da análise química final do solo (o símbolo “X” (a) indica correlação não significativa ($P > 0,05$)).	53

CAPÍTULO II

Figura 1. Descrição do local de execução do experimento sobre a produção de mudas avançadas de maracujá AG1-Embrapa na UFGD no setor de paisagismo e plantas ornamentais, Dourados-MS, 2024.....	63
Figura 2. (a) preparo das misturas para proporções dos substratos sobre , (b) peso dos vasos com o conteúdo mantendo em 4 kg cada e (c) montagem e redistribuição dos vasos em cada tratamentos para realização do experimento, Dourados-MS, 2024.	65
Figura 3. (a) Avaliação sobre altura das plantas (B) Diâmetro do caule (C) Numero de folha e Índice SPAD das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa,Dourado-MS, 2024.	66
Figura 4. (a) determinação das massa fresca com auxílio de um beque e de balança analítica, (b) secagem das massas frescas das parte area e raiz para determinação das massa seca através estufa (c) determinação das massa secas de parte área e com auxílio de um beque e de balança analítica, Dourado-MS, 2024.	66
Figura 5. (a) Resultados do teste de media de comparação múltipla entre os níveis dos substratos ao longo do tempo (30, 60, 90, e 120 DAE) sobre a altura das mudas, e (b) ajuste da regressão em função das avaliações ao longo do tempo em cada substrato, sobre a variável altura das mudas avançadas. Dourados-MS,2024.	70
Figura 6. (a)Resultados do teste de medias comparação múltipla entre os níveis de substratos dentro de cada tempo (30, 60, 90, e 120 DAE) de avaliação sobre a produção das mudas avançadas. ajuste da regressão em função do tempo de avaliações sobre cada nível de substrato (b) quando avaliada a variável diâmetro (mm), na produção de mudas avançadas. Dourados-MS, 2024.	71
Figura 7. (a) Resultados do teste de medias de comparação múltipla entre os diferentes substratos dentro de cada época (30, 60, 90, e 120 DAE) sobre a produção das mudas avançadas. (b) e o ajuste da regressão em função das avaliações no tempo sobre cada tipo de	

substrato, quando avaliada a raiz quadrada do número de folhas na produção de mudas avançadas. Dourados-MS, 2024.	72
Figura 8. (a) Resultados do teste de medias da comparação múltipla entre os diferentes substratos sobre os tempos de avaliações do índice SPAD. E o ajuste da regressão (b) em função dos diferentes tipos de substrato so o tempos de avaliações sobre a variavel do índice SPAD na produção de mudas avançadas. Dourados-MS,2024.	74
Figura 9. Ajuste da regressão da variável altura sobre a regressão linear e o índice SPAD sobre a análise de regressão quadrática das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa em função das doses de <i>Chlorella</i> sp (0, 2.5, 5, 7.5). Dourados-MS, 2024.....	75
Figura 10. Resultados do teste de média entre os níveis de substratos e as características (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área – MFPA, área foliar - AF) em mudas avançadas. Dourados-MS, 2024.	77
Figura 11. Resultado do teste de comparação para o desdobramento dos Substratos dentro de cada Dose de macroalgas (<i>Chlorella</i> sp.). (b) Ajuste da regressão da variável comprimento da raiz (CR) em função das Doses de Microalgas (<i>Chlorella</i> sp.) dentro de cada nível de substratos.Dourados-MS, 2024.	78
Figura 12. Resultado do ajuste da regressão da variável massa fresca das raízes (MFRAIZ g/kg-1) em função das doses de microalgas (<i>Chlorella</i> sp.) em mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024.....	79
Figura 13. (a) Correlograma das características morfométricas (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) e (b) diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial - BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e as dose de macroalgas (<i>Chlorella</i> sp.) avaliadas no estudo. O símbolo “X” (a) indica correlação não significativa ($P > 0,05$) e as elipses para os substratos (b) construídas com 95% de confiança.....	80
Figura 14. Teste de comparação múltipla entre os níveis de substrato (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e a análise química nutricional das folhas das mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa aos 120 DAE. Dourados-MS, 2024.	83

Figura 15. Ajuste da regressão da análise foliar de Potássio (K) em função das doses de microalga <i>Chlorella</i> sp., sobre as mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024.	84
Figura 16. (a) Correlograma das características da diagnose nutricional foliar para fósforo (P), cálcio (Ca), nitrogênio (N), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), e potássio (K), e diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot (b) sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e as dose de microalgas (<i>Chlorella</i> sp.), sobre as mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa, Dourados-MS,2024.	85
Figura 17. Correlograma das características da diagnose nutricional foliar para fósforo (P), cálcio (Ca), nitrogênio (N), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), e potássio (K), e diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot (b) sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e as dose de microalgas (<i>Chlorella</i> sp.), sobre as mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa, Dourados-MS,2024.	86
Figura 18. Índice de qualidade (IQD) de mudas avançadas de maracujazeiro com diferentes substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR). (a) medias entre os níveis de substratos e (B) ajuste de regressão entre substratos e doses de <i>Chlorella</i> sp. Dourados-MS, 2024.	88

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

- Tabela 1.** Caracterização química e física do solo utilizado na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024. 31
- Tabela 2.** Composição química dos substratos esterco ruminal (SAER) e do comercial (BSA) utilizados na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024. 31
- Tabela 3.** Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS, sobre as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) substratos e índice-SPAD, sobre os substratos BSA, SAER e SAR, e as doses de macroalga (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.), e as avaliações ao longo do tempo (30, 60, 90, 120 DAE) na produção de mudas avançadas do maracujá azedo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024..... 36
- Tabela 4.** Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS aos substratos e doses (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.) (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) em mudas avançadas de maracujazeiro AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024. 41
- Tabela 5.** Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas ao conteúdo de nutrientes acumulados nas folhas das mudas avançadas produzidas nos diferentes substratos e as doses de macroalgas (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.). Dourados-MS,2024. 46

CAPITULO II

- Tabela 1.** Caracterização química e física do solo utilizados na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS,2024. 64
- Tabela 2.** Composição química dos substratos esterco ruminal (SAER) e do comercial (BSA) utilizados na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024. 64
- Tabela 3.** Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS - substratos, dentro de cada dose de microalga (*Chlorella* sp.) em avaliações aos 30, 60, 90, 120 dias sobre as características Altura de planta(AP), diametro do coleto(DC) numero de folhas(NF), índice SPAD na produção de mudas avançadas, Dourados MS,2024. 68
- Tabela 4.** Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS aos substratos e doses (*Chlorella* sp.) (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área -

MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) em mudas avançadas de maracujazeiro AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024..... 78

Tabela 5. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas ao conteúdo de nutrientes acumulados na parte aérea das mudas avançadas de maracujá amarelo azedo produzidas nos diferentes substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e as doses (0, 2.5, 5, 7.5 mL/L⁻¹) de macroalgas (*Chlorella* sp.). Dourados-MS,2024. 81

Tabela 6. Ajuste da interação entre substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia – SAR) dentro de cada dose de macroalgas (*Chlorella* sp.) sobre a análise do índice de qualidade de Dickson-IQD sobre as mudas avançadas de maracujá azedo AG1- Embrapa, Dourados-MS,2024..... 87

SUMÁRIO

EXTRATOS DE ALGAS E SUBSTRATOS EM MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO	xvi
RESUMO GERAL	xvi
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
1.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MARACUJAZEIRO	18
1.2 PRODUÇÃO DE MUDAS AVANÇADAS	18
1.3 SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS FRUTIFERAS	20
1.4 UTILIZAÇÃO DE BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA	21
2. HIPÓTESE	24
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
<i>Capítulo I - SUBSTRATOS E EXTRATO DE MACROALGA [Ascophyllum nodosum (L.) Le Jolis] POTENCIALIZAM O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO?</i>	30
RESUMO	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
<i>Capítulo II - SUBSTRATOS E EXTRATO DE MICROALGA [Chlorella sp.] POTENCIALIZAM O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO?</i>	60
RESUMO	60
INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93

EXTRATOS DE ALGAS E SUBSTRATOS EM MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO

RESUMO GERAL

A cultura do maracujazeiro destaca-se entre as fruteiras mais comerciais produzidas no Brasil. A aplicação de suspensões com efeitos bioestimulantes à base de macroalgas e microalgas em pequenas quantidades, favorece a melhoria da qualidade da relação solo-planta, contribuindo no vigor das mudas. Assim, objetivou-se nos dois capítulos avaliar o efeito de extrato de macro e microalga na produção e qualidade de mudas avançadas de maracujazeiro. Foram realizados dois experimentos independentes, no qual em ambos foram preparadas proporções dos substratos: 1) SAR - solo e areia 2:1 (v/v); 2) SAER – solo, esterco de origem ruminal e areia 1:1:1 v/v, e 3) BSA – substrato comercial, solo e areia 1:1:1 v/v). Exp. I: Foram aplicadas doses de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. (0, 5, 10, 15 mL L⁻¹ de água), com 100 mL por planta em duas aplicações realizadas aos 45 e 90 dias após a emergência (DAE), em parcelas subdivididas no tempo. Houve maior efeito do substrato BSA em detrimento das doses de extrato de macroalga sobre a produção das mudas avançadas. Os substratos BSA e SAER proporcionaram maiores indicadores de crescimento nas mudas avançadas de maracujá. As doses de macroalga quando associadas aos substratos proporcionaram incremento em área foliar e aumento do teor de cobre (Cu) nas folhas das mudas avançadas. Exp. II: foram aplicadas quatro doses de extrato de microalga - *Chlorella* sp. de: (0,0; 2,5, 5,0 e 7,5 mL L⁻¹ de água), sendo 100 mL por planta em duas aplicações realizadas aos 45 e 90 dias após a emergência (DAE). O uso das doses de 2,5 e 5,0 mL L⁻¹ de biomassa de *Chlorella* sp. aplicada no solo estimulam o crescimento e acúmulo de fitomassa nas mudas avançadas de maracujá azedo. Os substratos com adição das doses de *Chlorella* sp. proporcionaram maior desenvolvimento das mudas avançadas de maracujazeiro, quando comparados com o substrato composto apenas por solo e areia.

Palavras-chave: *Ascophyllum nodosum*, bioestimulantes, mudas altas, *Chlorella* sp., produção sustentável.

ABSTRACT

The passion fruit culture stands out among the most commercially produced fruit trees in Brazil. The application of suspensions with bio-stimulating effects based on macroalgae and microalgae in small quantities favors the improvement of the soil-plant relationship quality in root formation, stem diameter increase, and fresh and dry mass. Substrates are currently the predominant production and propagating material medium. Two experiments were conducted, preparing proportions with different substrates (SAR - soil and sand 2:1 v/v; SAER – soil, ruminal origin manure, and sand 1:1:1 v/v; BSA – commercial substrate, soil, and sand 1:1:1 v/v), aiming, in experiment 1, to evaluate substrates and doses of macroalgae extract as bio-stimulants in the development, quality, and resilience as advanced sour passion fruit seedlings, with doses of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. (0, 5, 10, 15 mL L⁻¹ of water), with 100 mL per plant in two applications carried out at 45 and 90 days after emergence (DAE), in subdivided plots over time. Morphological, quality (aerial and root part), and chemical analyses (foliar and soil) indicators were evaluated. There was a greater effect of the BSA substrate compared to the doses of macroalgae extract on the production of advanced seedlings. The BSA and SAER substrates provided greater growth responses in advanced passion fruit seedlings. Macroalgae doses when associated with substrates provided an increase in leaf area and an increase in copper (Cu) content in the leaves of advanced seedlings. Experiment 2 evaluated the effect of the bio-stimulant based on microalgae *Chlorella* sp. extract, applied via soil-substrate, on advanced sour passion fruit seedlings subjected to different substrates composed of organic residues and soil over their development cycle, with doses of microalgae extract - *Chlorella* sp. of: (0, 2.5, 5, 7.5 mL L⁻¹ of water), with 100 mL per plant in two applications carried out at 45 and 90 days after emergence (DAE). Morphological, quality (aerial and root part), and chemical analyses (foliar and soil) indicators were evaluated. The use of concentrations of 2.5- and 5-mL L⁻¹ of *Chlorella* sp. biomass applied to the soil stimulates growth and phytomass accumulation in advanced sour passion fruit seedlings. Substrates with the addition of *Chlorella* sp. doses provided a greater development of advanced passion fruit seedlings compared to the substrate composed only of soil and sand.

Keywords: *Ascophyllum nodosum*, biostimulants, tall seedlings, *Chlorella* sp., sustainable production.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MARACUJAZEIRO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá (*Passifloraceae*) conforme o último levantamento disponível na Food and Agriculture Organization (FAO) para frutas tropicais de menor escala (Altendorf, 2018). A espécie de maior importância econômica é o maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims*), que possui duas subespécies, o roxo (*Passiflora edulis Sims f. edulis*) e o amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa O. Deg.*), com predominância desta última (Silva; Souza, 2020). Outras espécies de *Passiflora* também têm despertado interesse pelas suas características organolépticas e propriedades nutracêuticas, comercializadas como frutas especiais, ornamentais ou medicinais, como o maracujá doce (*Passiflora alata Curtis*) e as espécies silvestres (*Passiflora setacea DC.* E *Passiflora cincinnata Mast*).

O melhoramento do maracujazeiro no Brasil tem sido conduzido desde a década de 1990 e atualmente existem registros no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para 28 cultivares e três híbridos de *P. edulis* (maracujá roxo e amarelo), além de outras espécies do gênero como *P. alata*, *P. setacea* e *P. cincinnata* (BRASIL/MAPA, 2021).

A cultura tem significativa importância social e econômica para o país, pois oferece renda distribuída pela maior parte do ano, tornando-se uma alternativa interessante na melhoria de renda para a agricultura familiar (Cavichioli et al., 2018). Entre os anos de 2000 a 2015, observou-se drástica e contínua redução na área cultivada na região sudeste do país, e no Estado de São Paulo, com menos de 48,6% do que era no início deste período (IEA, 2019). Essa redução de área em parte foi devido às consequências de doenças como a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*) e, principalmente, a virose do endurecimento dos frutos (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV- *Potyvirus*). Esta última é a mais importante e prejudicial, com severos danos econômicos a cultura, devido à rápida disseminação (Petry e Marchesi, 2019).

Segundo Cavichioli et al. (2018) a relação do vírus-vetor é do tipo não-persistente, ou seja, tanto a aquisição como a inoculação do vírus pelo inseto são rápidas. Com isso, por ser facilmente disseminado pelas mudas convencionais e ferramentas contaminadas, contudo a virose está presente em todas as regiões produtoras de maracujá do país.

1.2 PRODUÇÃO DE MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJÁ

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é acometido por diversas doenças, entre elas, o vírus do endurecimento dos frutos, o qual reduz drasticamente a densidade populacional do pomar, tornando-o antieconômico (Yuri et al., 2006; Quaresma et al., 2020). Levando isso em consideração, a produção de mudas de alta qualidade torna-se uma estratégia eficiente para quem deseja sucesso na cultura do maracujazeiro, já que a característica da muda de alto porte, assim como a nutrição adequada e o volume correto, pode ser um importante mecanismo para travar a manifestação dessa doença, bem como aumentar a longevidade e a produtividade do maracujazeiro (Cavalcante et al., 2015; Quaresma et al., 2020; Santos et al., 2020).

Há necessidade de inovação do atual sistema de produção de mudas, já que, dentro do sistema tradicional o plantio é realizado com mudas de até 0,30 cm de altura, com menor número de folhas e menor diâmetro de caule, coincidindo com o período de produção da safra anterior. Desta forma, pode proporcionar condições para ocorrências de contaminações precoces das mudas recém-transplantadas pelo CABMV, resultando em acentuada queda na produção e redução da qualidade dos frutos (Cavichioli et al., 2018).

Segundo Faleiro et al. (2016) para a instalação de novos pomares de maracujá as mudas usadas devem ter origem conhecida, devem estar bem nutridas, vigorosas, sem apresentar danos físicos, e deve-se evitar a semeadura direta no campo, pois usando mudas bem formadas, elas entrarão em produção e proporcionarão um plantio bastante uniforme e vigoroso para certas registências a pragas e doenças.

O uso de mudas avançadas na implantação de novos pomares com 0,90 cm a 150 cm é uma alternativa de convivência com a virose, com a vantagem de que elas atingirão a fase reprodutiva mais rapidamente, reduzindo o tempo de exposição ao vetor (Petry e Marchesi, 2019). Esta tecnologia foi desenvolvida pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA).

A alternativa de produção de mudas altas de maracujá em estufa agrícola com telado anti-afídeo, câmara antessala e cobertura plástica, evita a penetração do inseto-vetor e, dessa maneira a contaminação das mudas, permitindo a produção entre os meses de dezembro a março, quando o mercado oferece os melhores preços. Portanto, ao final da colheita, realiza-se o vazio sanitário, com o intuito de eliminar todo e qualquer resquício do vírus CABMV (Petry e Marchesi, 2019; Petry et al., 2020). Outro fator relevante é a erradicação das plantas contaminadas logo após análise de sintomas, a fim de evitar a transmissibilidade da virose.

Segundo Colariccio et al. (2018) afirma que a principal via de transmissão no campo é a inoculação por insetos vetores através de picadas de prova. De acordo com Nóbrega et.

al. (2013) a transmissão inicial (disseminação primária) do CABMV ocorre, na maioria das vezes, via afídeos vetores mais conhecidos como pulgões. A virose alastra-se rapidamente e, em pomares de maracujazeiros afetados, atingindo 100% das plantas em curto espaço de tempo. Quando o vírus contamina o pomar em formação, antes do florescimento, não há produção comercial. Se a contaminação acontecer mais tardiamente, haverá queda de produtividade e os frutos ficarão deformados, empedrados, com polpa bastante reduzida e impróprios para o consumo (Cavichioli et al., 2018).

Segundo Paula et al. (2018) avaliaram a produção e a qualidade dos frutos provenientes de mudas convencionais e mudas avançadas produzidas sob cultivo protegido. Observaram que o uso de mudas avançadas ampliou o período de produção em quase três meses, com produtividade de 33,7% e 70,9% superiores as obtidas com mudas convencionais, e a média nacional, respectivamente. Além disso, o uso de mudas avançadas proporcionou frutos mais pesados (20%) e uniformemente superiores aos demais, por toda a safra.

Com base nisto, o uso de mudas avançadas na produção do maracujá no Brasil, e novas pesquisas são essenciais, principalmente no tocante a nutrição, bem como o uso de insumos que favoreçam seu desenvolvimento de maneira eficiente, uma vez que a cultura passou a ser considerada anual.

1.3 SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS FRUTÍFERAS

Os substratos são o meio de produção predominante na produção de mudas. Um substrato adequado proporciona qualidade, rendimento e praticidade na produção das mudas e, em campo, plântulas vigorosas normalmente se desenvolvem melhor, resistindo a estresses diversos, tornando-se produtivas e muitas vezes resultando em menor tempo para iniciar a produção (Jorge et al., 2020).

Os efeitos dos substratos devem ser avaliados com o intuito de encontrar composições benéficas e economicamente viáveis dentro da produção, capazes de proporcionarem desenvolvimento satisfatório durante o processo de produção das mudas, diminuindo os custos de produção e, principalmente, minimizando o impacto da inclusão dos resíduos no ambiente. Santos et al. (2017) ao avaliar diferentes proporções de substratos, verificaram que as composições de 100% de húmus de minhoca e 90% de húmus de minhoca com 10% de casca de arroz carbonizada, propiciaram desempenho superior na produção de mudas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* fsp. *flavicarpa*).

De acordo com Barreto et al. (2018), substrato pode influenciar no desenvolvimento das mudas, que dependendo de suas características físico-químicas e biológicas, pode ser considerado um bom substrato ao proporcionar melhores condições de umidade, disponibilidade de água e nutrientes.

Os substratos comerciais tendem a conter em sua composição atributos que favorecem o desenvolvimento da muda, porém a escolha desse material tende a aumentar os custos de produção (Ibrahim et al., 2019).

Os substratos classificados como orgânicos possuem origem em resíduos vegetais que passam pelo processo de decomposição, podendo adsorver ou liberar nutrientes para o meio (Barreto et al., 2018). Aqueles classificados como minerais são derivados de materiais quimicamente inativos ou inertes, a exemplo da argila expandida, perlita, lã de rocha, espuma fenólica e a vermiculita (Barreto et al., 2018).

Barbosa et al. (2023) afirmam que diversos resíduos de origem orgânica podem ser utilizados para a construção de substratos para mudas. Dentre estes resíduos orgânicos, destacam-se a casca de arroz carbonizada, o esterco bovino e a turfa casca de arroz, quando carbonizada, apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, peso reduzido, pH levemente alcalino, forma floculada, livre de patógenos e nematóides. O esterco bovino é um tipo de composto que reduz a perda de nitrogênio e retém o fósforo no solo. Além disso, pode estimular o crescimento das plantas, retendo mais água e equilibrando a temperatura do solo ao longo do dia (Carneiro e Vieira, 2020).

Reis et al. (2014) verificaram que os substratos compostos por solo, areia e esterco bovino (proporção de 2:1:1) ou solo e areia (proporção de 2:1), ambos acrescidos de calcário dolomítico e fontes de P e K, apresentam elevada capacidade de produção de mudas de maracujazeiro amarelo. Já Brugnara (2014) verificou que 10% de cama de aviário adicionado juntamente ao substrato comercial maximiza o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. De acordo com o mesmo autor, o desenvolvimento das mudas em substratos fertilizados com cama de aviário é equivalente aos fertilizados com N, P e K mineral.

Além disso, a utilização de substratos adequados pode favorecer uma maior sobrevivência das mudas depois do transplante para o pomar, além de beneficiar a precocidade na obtenção de frutos e incrementar a produtividade e rentabilidade final da cultura (Rocha et al., 2017).

1.4 UTILIZAÇÃO DE BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA

Nos últimos anos, a busca por produtos advindos de cultivos que causam menores impactos negativos ao meio ambiente vem se intensificando, tendo em vista que os consumidores vêm optando por produtos com menor demanda de insumos que deixam resíduos (Vendruscolo et al., 2018). A produção e uso de algas marinhas em produtos dermatológicos, medicamentos e cosméticos são bem conhecidos. Os benefícios da utilização são ainda maiores e atualmente estão presentes também na agricultura. Produtores compartilham o uso de tecnologias compostas por algas como respostas a lavouras mais produtivas e sustentáveis (Pugliesi et al., 2016). No entanto, há necessidade de desenvolvimento de tecnologias alternativas que atendam essa demanda (Limberger e Gheller et al. 2012), como a aplicação de bioestimulantes naturais, que favorecem o desenvolvimento das culturas, sem causar impactos ambientais.

Na agricultura, uma fonte alternativa de bioestimulantes são as espécies de microalgas e macroalgas (Martini et al., 2021), que são caracterizadas como sendo de fácil cultivo, rápido desenvolvimento, além de serem consideradas ecologicamente corretas (Shaima et al., 2021).

As algas são organismos talófitos, fotossintetizantes, que possuem em comum o pigmento clorofila A e, com raras exceções, que não apresentam um envoltório de células estéreis nas células reprodutivas. O desenvolvimento de diferentes culturas pode ser aperfeiçoado com o uso de extratos de algas marinhas, que constituem uma possibilidade ecologicamente correta para o uso como fertilizantes e bioestimulantes. A aplicação de extratos de algas na agricultura vem aumentando significativamente nas últimas décadas, e as consideráveis parcelas de 15 milhões de toneladas métricas de algas marinhas colhidas anualmente, foram empregadas como estimulantes (Carvalho, 2014).

A biomassa das algas apresenta alto potencial com efeitos bioestimulantes, principalmente as produzidas nas condições de clima tropical, devido aos altos níveis de aminoácidos livres, proteínas, carboidratos, lipídios (Guedes et al., 2018) e nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (Gonzálezpérez et. al., 2022). São também consideradas bioestimulantes, pois são produtos capazes de atuar nos processos fisiológicos das plantas, melhorando a produtividade e a qualidade do cultivo (Xu; Geelen, 2018; Li et al., 2021), auxiliando na formação do sistema radicular, e conseqüentemente, no desenvolvimento das mudas (Calvo et al., 2014).

O excesso de fertilizantes, herbicidas e pesticidas na agricultura é um problema global, impulsionado pela necessidade de aumentar a produção agrícola, mas causando sérios impactos ambientais. Os bioestimulantes derivados de extratos de algas representam

uma alternativa promissora. Eles contêm uma gama de moléculas bioativas complexas que oferecem diferentes funcionalidades, dependendo do método de extração e aplicação. Esses bioestimulantes têm o potencial de reduzir a dependência de produtos químicos prejudiciais, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis e amigáveis ao meio ambiente (Shukla, 2019).

Das inúmeras espécies de algas marinhas existentes, a *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, (Phaeophyta), é a mais conhecida, por ser eficaz nos processos fisiológicos essenciais nos cultivos, tais como: atividade fotossintética, absorção de nutrientes, desenvolvimento radicular, na proteção vegetal contra fitopatógenos, possibilitando a produção de moléculas bioativas capazes de induzir a resistência ao estresse e ao ataque de pragas (De Albuquerque, 2014)

Extratos de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum* (L.) podem ser aplicadas diretamente na planta como nas folhas, frutos e sementes, que provocam alterações nos processos hormonais e estruturais, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade das plantas e frutos e a colheita. Kulkarni et al. (2019) ao aplicar o produto comercial Kelpak a base de microalgas *Ecklonia maxima* diretamente no substratos em experimento em espinafre (*Spinacia oleracea*) proporcionaram aumento no número de folhas, do peso da parte aérea, no conteúdo de clorofila, carotenóides e proteínas.

Além das macroalgas, as micro apresentam várias atividades como bioestimulantes nos vegetais, como a absorção de nutrientes, influenciam na produção de biomassa, estimulam o desenvolvimento radicular e aumentam a resistência a estresses abióticos em diferentes espécies de plantas, e possivelmente esses efeitos ocorrem devido à liberação de peptídeos, polissacarídeos ou fitohormônios ativos (Martini, 2021).

Segundo Guedes et al. (2018) ao utilizar diferentes concentrações de biofertilizante a base de *Spirulina platensis*, na produção de mudas de mamoeiro “Formosa” e “Papaya”, e observaram que quando aplicada nas raízes, a suspensão da microalga na concentração de 1,08%, aumentou o crescimento e a produção de biomassa das mudas.

Além da aplicação como biofertilizantes, Onias et al. (2018) afirmam que as microalgas constituem uma das opções mais utilizadas no que se refere ao recobrimento de frutas para fins de conservação e diminuição das perdas na pós-colheita, principalmente em relação ao mercado de exportações e de consumo.

Barone et al. (2018) estudando os bioestimulantes à base de extratos de microalgas *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus quadricauda*, aplicadas via solo? na cultura da beterraba

(*Beta vulgaris* L.), observaram efeitos positivos nas características radiculares e expressão de genes relacionados à absorção de nutrientes, influenciando no crescimento e vigor da planta.

2. HIPÓTESE

A utilização de extratos de algas como bioestimulantes e substratos terá um impacto positivo no desenvolvimento, na qualidade de mudas avançadas de maracujazeiro azedo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Neste trabalho, o objetivo principal foi avaliar a influência de diferentes substratos associados a doses de extratos de macro e microalgas no desenvolvimento e qualidade de mudas avançadas de maracujazeiro azedo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito de diferentes substratos no crescimento e nutrição das mudas avançadas de maracujazeiro azedo.

Investigar os efeitos da aplicação de doses de bioestimulantes à base de extratos de macro e microalgas na produção de mudas de maracujazeiro azedo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, G. M.; Silva, L. T. P.; Costa, Q. R.; Sá, M. J. Análise de crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo utilizando substratos alternativos. **Revista Sociedade e Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 48-55, 2023.

Barone, V.; Baglieri, A.; Stevanato, P. Root morphological and molecular responses induced by microalgae extracts in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *J Appl Phycol* 30, 1061–1071 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1283-3>

BARRETO, M. C.; DIAS, A. L. F.; FIGUEIREDO, M. V. B.; FARIAS, C. H. A.; BARBOSA, M. R.; SANTOS, A. A.; ANDRADE, A. G. **Aclimatização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em diferentes substratos**. In: Elementos da natureza e

propriedades do solo. (Eds.). AMORMINO JÚNIOR, M. Ponta Grossa: Atena Editora. 2018. p. 8-16.

BRASIL. MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares – RNC.** CultivarWeb. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/index.php>. Acesso em 30 jul. 2023.

BRUGNARA, E. C. Cama de aviário em substratos para mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, 2015. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/15270>. Acesso em: 17 Dez. 2023.

CALVO, P.; NELSON, L; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and soil**, v. 383, p. 3-41, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

CARNEIRO, R. S; VIEIRA, C. R. Produção de mudas de espécies florestais em substrato contendo esterco de aves ou esterco bovino. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 4, p. 386-395, 2020. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n4p386-395>

CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; LIMA NETO, A. J. de.; SOUTO, A. G. L.; SOUZA, J. T. A. de. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda – segunda safra. **Revista Agropecuária Técnica (Agrotec)**, online, v.36, n.1, p.35-49, 2015.

CAVICHIOLO, J. C.; MELETTI, L. M. M.; NARITA, N. **Aspectos da cultura do maracujazeiro no Brasil.** TodaFruta, Jaboticabal-SP, p.11, 2018.

COLARICCIO, A.; GARCÊZ, R. M.; RODRIGUES, L. K.; EIRAS, M.; PERUCH, L. A. M.; CHAVES, A. L. R. Doenças causadas por vírus na cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). In: PERUCH, L.A.M.; SCHOREDER, A.L. (org.). Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças. Florianópolis: **Epagri**, 2018, p.171-201.

COSTA AM. **Maracujá: 500 perguntas 500 repostas.** Embrapa Brasília, DF. 2016.

DAMASCENO, C. S. B. EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) NA ACEITABILIDADE DE PÃO. **Visão Acadêmica**, v. 19, n. 3, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v19i3.62298>

DE ALBUQUERQUE, T. C. S.; DE ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; EVANGELISTA, T. C. Uso de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) em videiras, cv. Festival. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 23., 2014, Cuiabá. Fruticultura: oportunidades e desafios para o Brasil. [SI]: SBF, 2014., 2014.

DE PAULA, L. F.; MATTAR, G. S.; MELETTI, L. M. M. Uso de mudas avançadas na produção de maracujá-amarelo sob cultivo protegido. Anais do **II Simpósio de Propagação 12 de Plantas e Produção de Mudas** – Qualidade e Tecnologia visando a sustentabilidade Águas de Lindoia-SP, v.2, 2018.

FALEIRO, F. G. et al. **Maracujá: o produtor pergunta**, a Embrapa responde. Embrapa Cerrado. p341. v IV. 2016.

GONZÁLEZ-PÉREZ, B.K., RIVAS-CASTILLO, A.M., VALDEZ-CALDERÓN, A. et al. Microalgae as biostimulants: a new approach in agriculture. *World J Microbiol Biotechnol* 38, 4 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03192-2>

GUEDES, W. A.; ARAÚJO, R. H. C. R.; ROCHA, J. L. A.; LIMA, J. F.; DIAS, G. A.; OLIVEIRA, Á. M. F.; LIMA, R. F.; OLIVEIRA, L. M. Production of papaya seedlings using *Spirulina platensis* as a biostimulant applied on leaf and root. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.28, n.1, p.1-9, 2018. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/45053>

IBGE. Embrapa mandioca e fruticultura. **Produção brasileira de maracujá em 2020**: IBGE/ SIDRA. Disponível em: http://www.cnpmf.Embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/b1_aracuja.pdf Acesso em 13 mai. 2023.

IBRAHIM, J. F. de O. N.; JUNIOR, I. V. da S.; BARROS, F. da C.; PAEZ, D. R. M.; NASCENTES, A. L.; SILVA, L. D. B. da. Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas e no cultivo do eucalipto (*Eucalyptus* spp). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 564–579, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/1442>. Acesso em: 12 fev. 2024

IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Estatísticas da produção paulista**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 26 de nov 2023.

JORGE, M. H. A. et al. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, Doc180. p30.2020.

KULKARNI, M. G.; RENGASAMY, K. R. R.; PENDOTA, S. C.; GRUZ, J.; PLAČKOVÁ, L.; bioactive molecules derived from smoke and seaweed *Ecklonia maxima* showing phytohormone-like activity in *Spinacia oleracea* L. **New biotechnology**, v. 48, p. 83-89, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2018.08.004>

LI, J.; LENS, P. N. L.; FERRER, I.; LAING, G. D. Evaluation of selenium-enriched microalgae produced on domestic wastewater as biostimulant and biofertilizer for growth of selenium-enriched crops. **Journal of Applied Phycology**, v.33, p. 30273039, 2021.

LIMBERGER, P. A.; GHELLER, J. A. Efeito da aplicação foliar de extrato de algas, aminoácidos e nutrientes via foliar na produtividade e qualidade de alface crespa. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.22, n.1, p. 148161, 2012.

MARTINI, F.; BEGHINI, G.; ZANIN, L.; VARANINI, Z.; ZAMBO, A.; BALLOTTARI, M. The potential use of *Chlamydomonas reinhardtii* and *Chlorella sorokiniana* as biostimulants on maize plants. **Algal Research**, v.60, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102515>

NÓBREGA, G. B. R. **Dinâmica temporal e espacial do endurecimento dos frutos do maracujazeiro causado pelo Cowpea aphid borne mosaic vírus (CABMV) no sudoeste da Bahia**. 2003. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2013. <http://hdl.handle.net/10183/232262>

ONIAS, E. A.; TEODOSIO, A. E. M. M.; BOMFIM, M. P.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; MEDEIROS, M. L. S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 849-860, 2018. <https://doi.org/10.19084/RCA17201>

PETRY, H. B.; REMOR MORITZ, D.; DA SILVA, D. A.; MEES, A.; DOS SANTOS, F.; MARCHESI, D. R.; MIOTTO TERNUS, R. O enfrentamento da virose causadora do endurecimento-dos-frutos-do-maracujazeiro pelos produtores catarinenses e iniciativa pública. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 33, n. 3, p. 10–13, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1044>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PUGLIESI, L. **O benefício das algas marinhas no agronegócio**. 2016 Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/o-beneficio-das-algas-marinhas-no-agronegocio>. Acessado em: 15 de Jun de 2022.

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: (e), p.1-25, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6372>

REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F.; REIS, M. de A. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2.423, jul. 2014.

ROCHA, C. W. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias**, v. 2, n. 1, p. 38-51, 2017.

SANTOS, C. V.; RODRIGUES, W. Z.; APARECIDO, C. F. F.; CARVALHO, J. B. de.; Influência de misturas no desenvolvimento de mudas do maracujazeiro azedo. **Revista Funec Científica – Multidisciplinar**, Santa Fé do Sul-SP, v.9, n.11, p.1-12, 2020.

SANTOS, C. C. et al. Produção agroecológica de mudas de maracujá em substratos a base de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada. **VI CBAagroecologico II CLAgroecologia**. Dourados-MS n.16399, 2017.

SILVA, G. S.; SOUZA, M. M. Origin of the cultivated passion fruit *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* and genomic relationships among species of the subgenera *Decaloba* and *Passiflora*. **Plant Biology**, v. 22, n. 3, p. 533-540, 2020. <https://doi.org/10.1111/plb.13100>

SHAIMA, A. F.; YASIN, N. H. M.; IBRAHIM, N.; TAKRIFF, M. S.; GUNASEKARAN, D.; ISMAEEL, M. Y. Y. Unveiling antimicrobial activity of microalgae *Chlorella sorokiniana* (UKM2), *Chlorella* sp. (UKM8) and *Scenedesmus* sp. (UKM9). **Saudi Journal of Biological Sciences**. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.069>

Tanmay, S.; Molla, S.; Arpita. R.; Nikita, S.; Apoorva, S.; Saanya, Y.; Vaishnavi, J.; Maksim. R.; Mars, K.; Muthu, T. I. C.; Mohammad, A. S.; Jesus S. G. Minor tropical fruits as a potential source of bioactive and functional foods, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 63:23, 6491-6535, 2023 <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2033953>

VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A.; CAMPOS, L. F. C.; RODRIGUES, A. H. A.; DE LIMA, S. F. Desenvolvimento e produção de melão Cantaloupe em função do espaçamento e ambientes de cultivo no Cerrado brasileiro. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v.12, n.12, Bogotá, 2018. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018vl2i2.7794>

XU, L.; GEELEN, D. Developing Biostimulants From AgroFoodand Industrial ByProducts. **Frontiers in Plant Science**, v.9, n.1567, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01567>

YUKI, V. A.; MIZOTE, F. A.; NARITA, N.; HOJO, H.; DELFINO, M. A.; OLIVEIRA, D.A. Epidemiologia do vírus do endurecimento dos frutos do maracujazeiro na região produtora da alta Paulista-SP. **Summa Phytopathologica**, Botucatu-SP, v.32, p.19, 2006. Suplemento.

CAPÍTULO I. SUBSTRATOS E EXTRATO DE MACROALGA [*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis] POTENCIALIZAM O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO?

RESUMO - Extratos de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum* (L.) podem ser aplicados diretamente na planta como nas folhas, frutos e sementes, visto que podem influenciar em alterações nos processos hormonais e estruturais, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade das plantas. Avaliou-se substratos e doses de extrato de macroalga, na nutrição, crescimento e qualidade de mudas avançadas de maracujazeiro azedo. O delineamento foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4. Os tratamentos constaram de três substratos (Colocar as siglas nos substratos - solo e areia, S2 – solo, esterco de origem ruminal e areia, S3 – substrato comercial solo e areia), e quatro doses de macroalga, *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. (0, 5, 10 e 15 mL L⁻¹ de água), com 100 mL por planta em duas aplicações realizadas aos 45 e 90 dias após a emergência (DAE), em parcelas subdivididas no tempo. Foram avaliados os indicadores de morfológicos, de qualidade (parte aérea e raiz), e análises químicas (foliar e solo). Houve maior efeito do substrato BSA em detrimento das doses de extrato de macroalga sobre a produção das mudas avançadas. Os substratos BSA e SAER proporcionaram maiores respostas nos indicadores de crescimento nas mudas avançadas de maracujá. As doses de macroalga quando associadas aos substratos proporcionaram incremento em área foliar e aumento do teor de cobre (Cu) nas folhas das mudas avançadas.

Palavras chave: macroalga marrom; maracujá amarelo; mudas altas.

DO SUBSTRATES AND MACROALGAE EXTRACT [*Ascophyllum Nodosum* (L.) LE JOLIS] ENHANCE THE DEVELOPMENT OF ADVANCED SOUR PASSION FRUIT SEEDLINGS?

ABSTRACT Extracts from seaweed (*Ascophyllum nodosum* (L.) can be applied directly to the plant, such as leaves, fruits and seeds, as they can influence changes in hormonal and structural processes, with the aim of increasing production and improving plant quality and fruits and the harvest. This study evaluated substrates and doses of macroalgae extract for the development, quality, and resilience of advanced sour passion fruit seedlings. The experiment took place at FCA-UFGD, Dourados, MS, using a completely randomized design (CRD) in a 3 x 4 factorial scheme. The treatments consisted of three substrates (S1 -

soil and sand, S2 - soil, ruminal origin manure, and sand, S3 - commercial soil and sand) and four doses of macroalgae extract, *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis (0, 5, 10, 15 mL L⁻¹ of water), with 100 mL per plant applied in two applications at 45 and 90 days after emergence (DAE), in time-subdivided plots. Morphological indicators, quality (shoot and root), and chemical analyses (foliar and soil) were evaluated. The BSA substrate had a greater effect on advanced seedling production compared to macroalgae extract doses. The BSA and SAER substrates provided greater growth responses in advanced passion fruit seedlings. When associated with substrates, macroalgae doses increased leaf area and copper (Cu) content in the seedlings' leaves.

Keywords: brown macroalgae; yellow passion fruit; tall seedlings.

INTRODUÇÃO

A produção de maracujá no ano de 2020 foi de 690.364 toneladas, em uma área colhida de 46.436 hectares, tendo como maior estado produtor o Ceará, com cerca de 199.725 toneladas, e o Estado do Mato Grosso do Sul com uma produção de apenas 520 toneladas (IBGE, 2020).

A cultura do maracujazeiro, no Sudeste do Brasil, vem sofrendo expressiva redução de área cultivada, devido à disseminação do vírus do endurecimento dos frutos, causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV, Potyvirus). De acordo com Freire et al. (2020), a baixa eficiência produtiva pode estar ligada a vários fatores, incluindo a qualidade inadequada do material biológico utilizado e das mudas em seu desenvolvimento relacionadas as práticas de manejo inadequadas e adubação que não atende às necessidades específicas das plantas.

Segundo Petry et al. (2019) a produção de mudas de maracujazeiro-azedo em ambiente protegido, qualifica o setor produtivo a reduzir ou até eliminar o risco de disseminação de doenças através das mudas infectadas pelo pulgões quando produzidas fora de condições favoráveis. Que por sua vez quando produzidas em um ambiente isolado proporcionam a obtenção de mudas avançadas (maiores que 90 cm de altura), mudas na qual possibilitam antecipação do primeiro ciclo de produção em áreas próximas com ocorrência da virose do endurecimento dos frutos.

Para garantir mudas vigorosas e de alta qualidade, é fundamental assegurar condições fitossanitárias adequadas, substratos de qualidade, ambiente propício e, além disso, considerar o uso de resíduos orgânicos e biostimulantes (Rosero, 2017; Santos, 2017;

Valle, 2018). Diversos tipos de resíduos orgânicos têm sido empregados como alternativas de substratos para a produção de mudas, oferecendo vantagens como custo mais baixo e resultados significativos no crescimento e desenvolvimento das plantas (Santos et al., 2017).

No mercado agrícola, tem sido amplamente recomendado o uso de bioestimulantes para aprimorar o manejo fisiológico e nutricional das plantas. Esses produtos atuam como ativadores dos processos fisiológicos das plantas, visando melhorar suas características morfológicas e promover um melhor desenvolvimento, resultando em mudas de qualidade superior (ROSETO et al., 2017). Dentre os bioestimulantes disponíveis, destaca-se o extrato de algas marinhas, que contém uma variedade de compostos benéficos, incluindo fitormônios, proteínas, nutrientes, aminoácidos, vitaminas, citocininas, auxinas e ácido abscísico. Esses compostos desempenham um papel crucial no estímulo ao crescimento e no desenvolvimento saudável das plantas (Van Oosten, 2017).

Os bioestimulantes são considerados ferramentas altamente promissoras para aumentar o crescimento e a produtividade das culturas de forma natural, ao mesmo tempo em que lidam com preocupações associadas aos fertilizantes químicos. Pesquisas recentes classificaram os bioestimulantes em nove categorias distintas, incluindo algas marinhas e extratos de plantas, materiais orgânicos complexos, substâncias húmicas, antitranspirantes, derivados de quitina e quitosana, elementos, proteínas hidrolisadas, compostos nitrogenados e inoculantes microbianos (Shahrajabian et al., 2021; Franzoni et al., 2022; Monteiro et al., 2022). Essa diversidade oferece aos agricultores uma ampla gama de opções para melhorar o desempenho das culturas, adaptando-se às necessidades específicas de cada uma e às condições de crescimento. A combinação de produtos que apresentam ação bioestimulantes, como extratos de algas e os substratos, podem proporcionar efeitos benéficos na fisiologia, crescimento, e qualidade de mudas avançadas (mudas altas), que normalmente ficam mais de cinco meses em ambiente de viveiro.

Objetivou-se então, neste trabalho, avaliar substratos e doses de extrato de macroalga como bioestimulantes, no desenvolvimento, qualidade, e resiliência como mudas avançadas de maracujazeiro azedo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em vasos plásticos no período de julho/2022 a Janeiro/2023 em ambiente protegido - telado coberto com estrutura revestida com tela de nylon preta com 30% de sombreamento, sem sistema automatizado de irrigação com estrutura de 40 cm de altura por 1 m de largura feita de concreto (Figura 1), na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados/MS, situada à latitude de 22°11'53.2"S, longitude de 54°56'02.3"W e 400 m de altitude. O clima de Dourados, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (Tropical Monçônico), com verões quentes e invernos secos, temperaturas máximas observadas nos meses de dezembro e janeiro e temperaturas mínimas entre maio e agosto, coincidindo com chuvas excedentes na primavera/verão e déficit hídrico no outono/inverno (FIETZ et al., 2017).

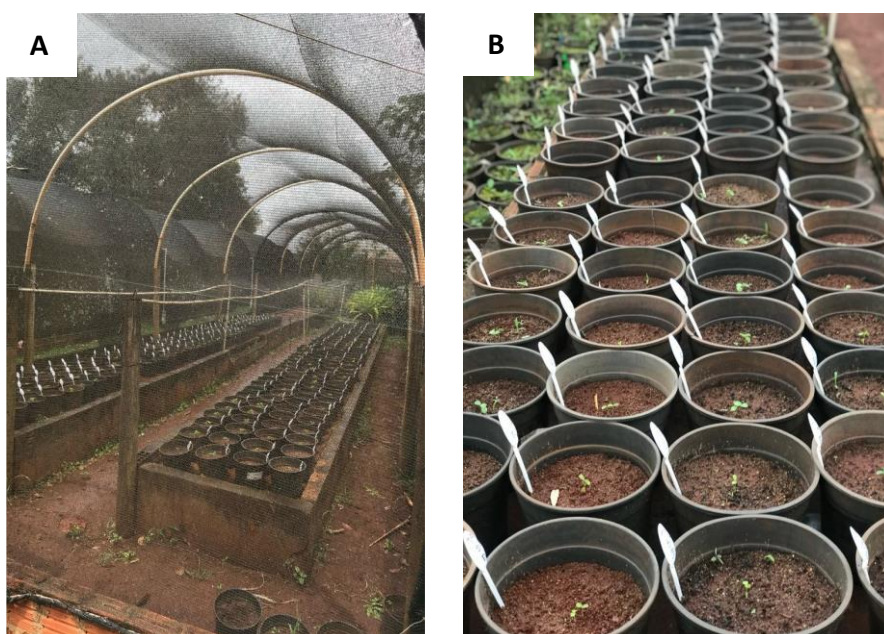


FIGURA 1. Local de execução do experimento sobre a produção de mudas avançadas de maracujá AG1-Embrapa na UFGD no setor de paisagismo e plantas ornamentais, Dourados-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

O solo utilizado na composição de todos os substratos foi um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa disponibilizado pela Fazenda experimental da UFGD, esterco de origem ruminal previamente curtido, vermicompostado ou compostado por 200 dias, disponibilizado pela Embrapa Agropecuária Oeste e substrato comercial da Empresa Bioflora (Tabela 2), de Dourados-MS, com sua composição: 150 g de osmocote 15-08-12, mais a adição de 150 g de NPK 04-14-08, 12 kg de palha de arroz descomposta, 4 kg de

areia grossa e 2 kg de moinha de carvão. A correção do solo foi realizada durante o processo de misturas das proporções de cada substrato (Figura x) trinta dias antes da semeadura das sementes, correção realizada conforme Rajj (2011), a fim de elevar a saturação por bases (V%) a 60% com o calcário (qual?). Os substratos foram adicionados em vaso de polietileno com capacidade de 5L, contendo o volume de 4 kg. A caracterização dos atributos químicos do solo utilizado na formulação dos substratos, e do esterco ruminal e substrato comercial encontram-se na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo utilizado na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024.

Solo	M.O g/dm ³	pH	P	Ca	K	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V% %
							-----cmolc/dm ³ -----				
SAR	17	5,4	10,0	49	3,1	24	1	75	76	150	50

Fonte: Solo Fértil-Análises Agrícolas (2023). Exceto N, os demais atributos devem conter.

Tabela 2. Composição química dos substratos esterco ruminal (SAER) e do comercial (BSA) utilizados na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024.

Substratos	g/dm ³	Macronutrientes cmolc/dm ³						Micronutrientes cmolc/dm ³				
	M.O	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SAER	30,37	7,0	3,5	2,3	13,6	1,3	3,7	6,8	124,4	77750,0	467	113,4
BSA	20,94	6,3	2,4	2,5	6,2	1,5	2,7	6,3	82,5	31800,0	458,0	73,3

Fonte: Solo Fértil-Análises Agrícolas (2023).

Decorrido 30 dias, foram semeadas três sementes maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f.sp. flavicarpa), cultivar BRS GA1 - Gigante Amarelo da Embrapa, em cada vaso com a profundidade da cova de 3 cm. A emergência das plântulas ocorreu 44 dias após a semeadura (DAS), e aos 60 DAS foi realizado o desbaste das plântulas de maracujá de menores, deixando apenas uma planta por vaso, a com maior desenvolvimento vegetativo.

A irrigação foi realizada periodicamente para manter 75% da capacidade de retenção de água no solo-substrato. O controle de plantas espontâneas foi realizado manualmente conforme a necessidade.

Foram realizados controles químicos para as seguintes pragas: aos 30 dias após as emergência (DAE) vaquinha das solanáceas (*Epicauta atomaria*), aos 90 DAE para a lagarta

da desfolha (*Dione junco junco*), e ao longo do desenvolvimento do experimento, de forma preventiva, foram feitas pulverizações com o Puro neen (Azadiractina O. 12%) Orgânico.

Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), arranjos em esquema fatorial 3 x 4, sendo três substratos e quatro doses do extrato de macroalga, com parcelas subdivididas no tempo. Os substratos avaliados : 1) SAR - solo e areia, 2:1 (v/v); 2) SAER– solo, esterco de origem contendo ruminal e areia, 1:1:1 (v/v); 3) BSA – substrato comercial, solo e areia 1:1:1 (v/v),(Figura 2), todos associados a quatro doses de macroalga - *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. (0, 5, 10, 15 mL L⁻¹ de água), com 100 mL L⁻¹ por planta em duas aplicações realizadas aos 45 e 90 dias após a emergência (DAE). As aplicações foram feitas no final do período vespertino, via solo/substrato, cujo detalhamento do produto encontram-se no QUADRO 1 conforme fabricante.

QUADRO 1. Especificações das compisções físicas e químicas do extrato líquido *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.

Dados físicos	Descrição
Aparência	Líquido viscoso marrom-escuro
Odor	Odor marinho
Solubilidade em água	100%
Ph	7,4 – 8,2
Análises discriminatórias	Quantidade
Matéria orgânica	13 – 16%
Nitrogênio total (N)	0,30 – 0,60%
Fosfato disponível (P2O5)	< 0,1%
Potássio solúvel (K2O)	5,00 – 7,00%
Enxofre (S)	0,30 – 0,60%
Magnésio (Mg)	0,05 – 0,10%
Cálcio (Ca)	0,10 – 0,20%
Ferro (Fe)	30 – 80 ppm
Cobre (Cu)	01 – 05 ppm
Zinco (Zn)	05 – 15 ppm
Manganês (Mn)	01 – 05 ppm
Boro (B)	20 – 50 ppm
Carboidratos	Ácido algínico, manitol e fucoidinas
Aminoácidos	1,01%

Fonte: Acadian Seaplants Limited (2023).



Figura 2. (A) preparo das misturas para proporções dos substratos, (B) pesagem dos vasos e (C) distribuição dos vasos em cada tratamentos para realização do experimento. Dourados-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

Características avaliadas

As avaliações não destrutivas foram realizadas após 30, 60, 90 e 120 dias após a emergência – DAE. Foram avaliados os seguintes indicadores morfológicos: altura de plantas - AP (cm), determinada pela distância do coleto até a inflexão da folha mais alta, com o auxílio de régua e trena; diâmetro do coleto – DC, a 1,0 cm acima do nível do substrato, com o uso de paquímetro digital, número de folhas (mm), relação entre altura e diâmetro do coleto - RAD, calculado pela fórmula: $RAD = (AP/DC)$. Foi avaliado também o índice de clorofila, utilizando o clorofilômetro SPAD-502 (Konica-Minolta, Tokyo, Japan), com avaliações realizadas entre as 8 e 10 horas da manhã, sempre no primeiro par de folhas, de modo que as medições foram realizadas nas mesmas folhas (Figura 3).

Decorridos 120 DAE, as mudas foram retiradas dos vasos, sendo realizados os destorroamento com água corrente para retirada do sistema radicular total sem danos e perdas, as mudas foram levadas para laborat[orio de nutrição e metabolismo de plantas para separação das plantas em parte aérea (folhas + caule) e sistema radicular. Apos a separação foram realizadas as mensurações da área foliar utilizando medidor de área foliar LICOR, área foliar específica, razão da massa foliar através da pesagem de balança analítica, altura da planta e comprimento do sistema radicular com auxílio de fita métrica. A parte aérea e as raízes foram pesadas em balança analítica de precisão (0,001 g), para determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) (Figura 4).

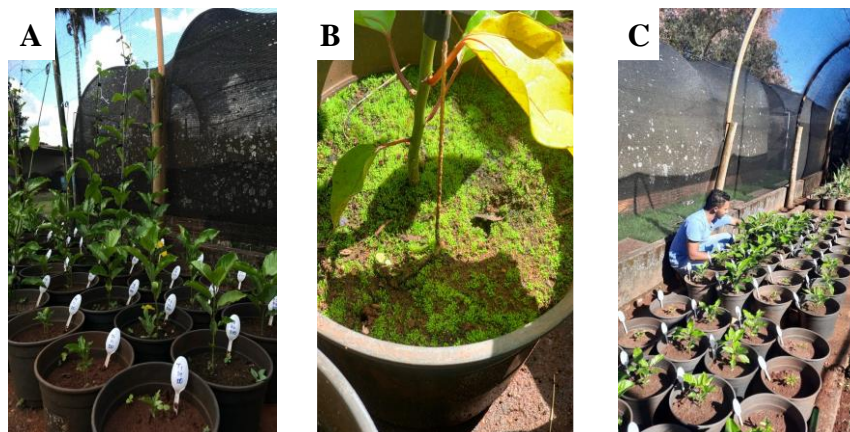


Figura 3. (a) Avaliação visual sobre altura das plantas (B) Diâmetro do caule (C) Número de folhas e Índice SPAD das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.



Figura 4. (A) Pesagem da massa fresca, (B) secagem dos materiais em estufa e (C) pesagem da massa seca. Dourados-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

Posteriormente, os materiais foram acondicionadas separadamente em sacos de papel Kraft® e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a $60^{\circ} \pm 5$, por 72 horas, para obtenção da massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total das plantas (MST), e o cálculo da relação parte aérea e raiz (RPAR). O padrão de qualidade das mudas (IQD) foi calculado de acordo com Dickson et al. (1960), utilizando-se a fórmula:

$$IQD = \frac{PMST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{PMSPA}{PMSR}\right)}$$

Foram coletadas amostras dos solo-substratos provenientes de cada tratamento para caracterização dos atributos químicos dos substratos aos 120 DAE (Malavolta, 1997).

O material seco da parte área (folhas) foi triturado e então foram determinados os teores de macro e micronutrientes conforme metodologia de TEDESCO et al. (1995).

Análises estatísticas

Nesse experimento foram utilizados modelos aditivos generalizados para locação, escala e forma (GAMLSS) com distribuições Normal e Gama, e a mesma função de ligação log para os parâmetros de locação (a média) e escala (dispersão). Para o parâmetro de locação, os tratamentos substratos, doses e tempos de avaliações e as respectivas interações foram considerados de efeito fixo. Os dados foram submetidos a verificação da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de Deviance, e quando significativo pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para substratos e análise de regressão para doses do extrato de alga ($p < 0,05$). Os dados avaliados em parcelas subdividas foram submetidos à análise de regressão.

A análise de correlação entre as características avaliadas foi construída utilizando o método de Spearman ($p < 0,05$). Utilizando os dados dos 120 DAE, foi feita análise complementar de componentes principais, excluindo as características que não apresentaram correlação significativa. Todas as análises estatísticas foram executadas no software R (R Core Team 2022) com suporte das bibliotecas gamlss (Rigby e Stasinopoulos, 2005), emmeans (Lenth, 2023) ggplot2 (Wickham, 2016) e factoextra (Mundt, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão os resultados do ajuste dos modelos GAMLSS para as características de crescimento em função dos substratos e doses de extrato de alga ao longo do tempo. A altura das plantas, o diâmetro do coleto, o número de folhas e o índice de clorofila em mudas de maracujazeiro azedo AG1-Embrapa foram influenciadas significativamente pela interação entre substratos (S) e tempo (E) (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS, sobre as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) substratos e índice-SPAD, sobre os substratos BSA, SAER e SAR, e as doses de macroalga (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.), e as avaliações ao longo do tempo (30, 60, 90 e 120 DAE) na produção de mudas avançadas do maracujá azedo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024.

Variável	Teste F							SH	CV
	Substrato (S)	Dose (D)	Época (E)	S x D	S x E	D x E	S x D x E		
AP (cm)	1259,34**	1,40	1487,35**	2,13	71,55**	0,38	1,09	0,054	41,59%
DC (cm)	212,12**	0,94	328,71**	1,27	16,96**	1,04	0,80	0,079	10,39%
NF (sqrt)	1661,43**	0,83	908,59**	0,46	10,07**	1,84	0,48	0,091	6,79%
Índice-SPAD	39,09**	0,13	106,17**	1,37	2,44**	0,77	1,00	0,071	12,98%

** , significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; sqrt (NF), número de folhas; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação.

As mudas produzidas no substrato BSA (Figura 5a) apresentaram maior crescimento em relação aos demais substratos avaliados, ao longo das avaliações (tempo). O maior crescimento em altura, diâmetro do caule e número de folhas das mudas de maracujá pode ser atribuído ao melhor equilíbrio químico e as boas condições físicas proporcionadas pelo substrato, que possivelmente favoreceram a disponibilidade de água e nutrientes para as mudas em desenvolvimento inicial.

Na Figura 5(b), pode-se verificar a relação da taxa de crescimento exponencial das mudas dentro de cada substrato para a altura (cm) das plantas. O substrato BSA, expressou a maior taxa diária de desenvolvimento, com crescimento exponencial inicial de 5,80 cm e um aumento de 5.718% aos 120 DAE, sendo que aos 90 DAE as mudas obtiveram crescimento e características de mudas avançadas com 90 - 120 cm. Será que pode adiantar o tempo de expedição das mudas para o campo? Já em relação ao substrato SAER observado crescimento exponencial inicial de 3,92 cm, com um aumento de 4.289% aos 120 DAE, resultado inferior ao BSA. Já o SAR expressou crescimento exponencial inicial de 3,33 cm com aumento de 452% as 120 DAE. De modo geral, as mudas produzidas sobre o substrato BSA além de atingir uma altura ideal ao longo do tempo o mesmo proporciona condições de estrutura de mudas para serem transportadas para campo.

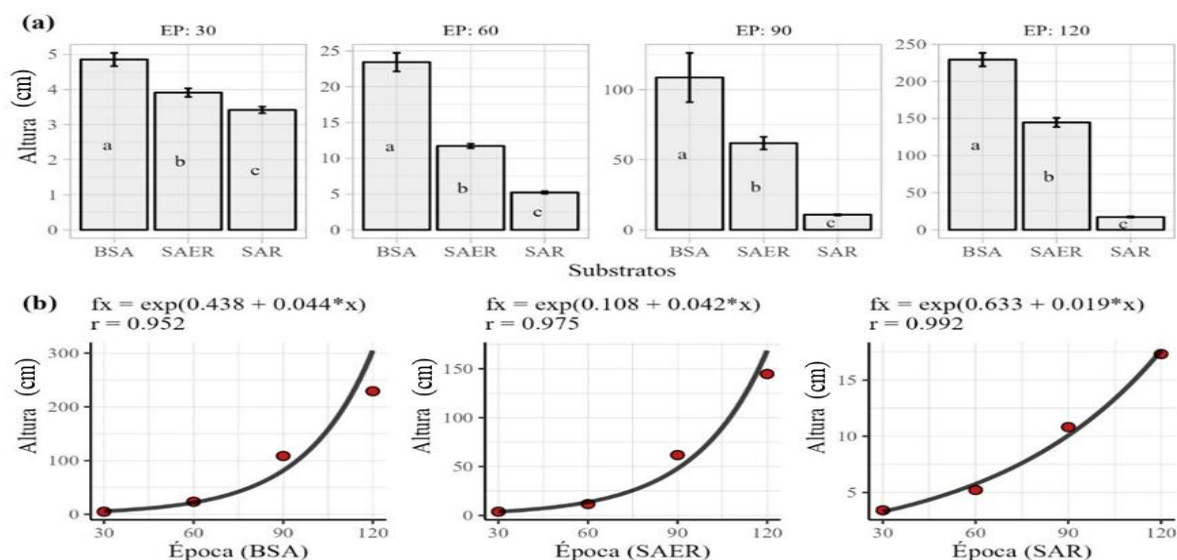


Figura 5. Altura de plantas de maracujazeiro amarelo em função do teste de comparação múltipla entre os níveis dos substratos ao longo do tempo (a), e do ajuste da regressão em função das avaliações no tempo em cada substrato 9b). Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com os resultados do diâmetro do caule (Figura 6a) através do teste de media, as mudas produzidas no substrato BSA, teve valores superiores e estatisticamente diferentes dos outros tratamentos, enquanto que os menores valores foram observados nas mudas produzidas em SAR. Essa influência do aumento em DC pode estar relacionada a composição física e química do BSA uma vez que o mesmo tem a sua alta capacidade de liberação de nutrientes assim como a retenção e disponibilidade de água para as plantas influenciando no seu desenvolvimento. No experimento realizado por Nascimento et al. (2019), os substratos que obtiveram em sua composição maiores concentração de esterco ovino e caprino apresentaram diferenças significativas nas características avaliadas como altura das plantas e expansão do diâmetro proporcionando melhor desenvolvimento das mudas do mamoeiro, quando comparadas ao tratamento composto por esterco bovino. Resultados corroboram com os mesmos valores obtidos pelo substrato BSA.

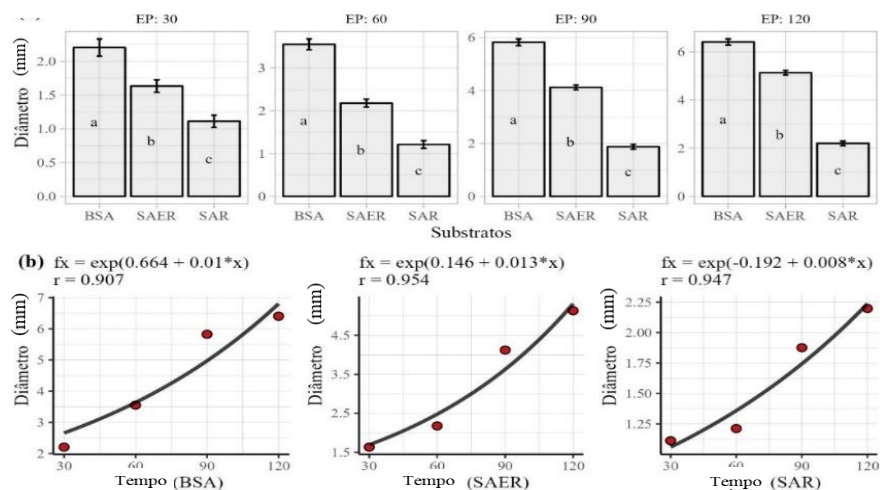


Figura 6. (a) Resultados do teste de comparação múltipla de médias entre os níveis de substratos (substrato comercial – BSA; substrato + esterco ruminal - SAER; solo + areia – SAR) dentro de cada avaliações no tempo (30, 60, 90, e 120 DAE), (b) ajuste da regressão em função das avaliações no tempo em cada nível de substrato (b), quando avaliada a variável diâmetro (cm), na produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Houve ajuste de regressão exponencial para o diâmetro (Figura 6b) no tempo para os três substratos avaliados. Para o BSA foi identificado um crescimento exponencial inicial de 2,62 mm com um aumento de 141% aos 120 DAE. O SAER teve crescimento exponencial inicial de 1,70 mm, com um aumento 223% aos 120 DAE. Já no substrato SAR obteve um crescimento exponencial inicial de 1,04 mm com um aumento de 106% aos 120 DAE. Pode ser observado que o substrato BSA proporcionou esse maior incremento do número médio de folhas devido a disponibilidade de nutriente ao longo do tempo e a maior relação da absorção de luz para atividade fotossintética, Resultados obtidos pelo substrato BSA corroboram com os mesmo obtidos de Mendonça et al. (2021), quando avaliado o diâmetro do caule das mudas de passiflora produzidas no substrato solo 50% + bagana de carnaúba 50% tiveram valores superiores aos demais tratamentos utilizados, sendo esse aumento no diâmetro do caule é resultado da expansão celular, o que pode ser favorecido pela presença de substâncias húmicas contidas na matéria orgânica em um substrato altamente rico em suas composições química supracitado.

Para números de folhas (NF), foram identificadas respostas significativas, com equações exponenciais significativas para o aumento dos NF das mudas avançadas de

maracujá azedo, com o uso dos substratos em relação aos períodos de avaliação. O número de folhas é um bom indicativo do vigor das mudas, refletindo no desempenho sob condições de cultivo, pois mudas mais vigorosas apresentam menores índices de mortalidade e são mais aptas para o estabelecimento (MIYAKE et al., 2017).

Os resultados do teste de comparação múltipla de médias (Figura 7a) em relação ao número de folhas (NF) mostraram que as mudas cultivadas no substrato BSA apresentaram valores superiores e estatisticamente diferentes dos demais tratamentos. Com o SAER, foram observados resultados significativos em relação ao número de folhas em todas as avaliações ocorridas no tempo. Por outro lado, o substrato SAR resultou em menor número de folhas nas mudas avançadas de maracujá azedo.

Esses resultados indicam que os nutrientes presentes nos substratos (SAER e SAR) não foram suficientes para atender às demandas das mudas em relação ao número de folhas, mantendo um crescimento comparável ao do substrato BSA. Isso está alinhado com o estudo de Aires et al. (2020), que observou que a adição de 60% de esterco bovino ao substrato comercial Plantmax® promoveu aumento no número de folhas das mudas de maracujazeiro amarelo. Dessa forma, a utilização de substratos alternativos com composição química favorável à nutrição das plantas pode dispensar a necessidade de aplicação de fertilizantes em substratos comerciais, contribuindo para a obtenção de mudas de qualidade. Consequentemente, o esterco bovino pode ser uma opção viável para aumentar a altura das plantas, o número de folhas e a matéria seca da parte aérea das mudas de maracujá-amarelo.

As análises de regressão (Figura 7b) apresentam um aumento em relação ao número de folhas sobre as avaliações no tempo de 30, 60, 90 e 120 DAE nos substratos BSA, SAER e SAR. As mudas com o BSA expressaram um desenvolvimento exponencial inicial de 4.87, com aumento de 105% aos 120 DAE. Mudas com o SAER apresentaram um desenvolvimento exponencial inicial do número de folhas de 3,93 com aumento de 88% aos 120 DAE, já o SAR teve um desenvolvimento exponencial inicial de 2.70 com um aumento de 43% aos 120 DAE, com menor número de folhas. Resultados obtidos por Viana et al. (2021) para o número de folhas, a espécie *Passiflora misera* Kunth., em composto puro (esterco bovino), obteve uma média de cinco vezes mais sobre o número folhas em comparação com o tratamento apenas com areia lavada, demonstrando, portanto, uma maior necessidade na absorção dos nutrientes liberadas composto puro.

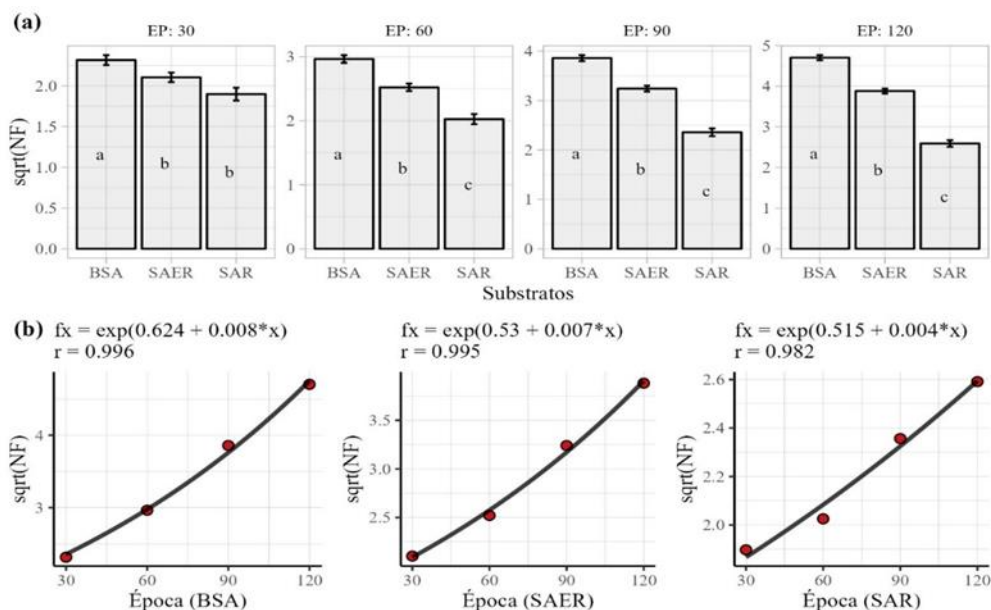


Figura 7. (A) Número médio de folhas de mudas de maracujazeiro amarelo produzias Resultados do teste de medias de comparação múltipla entre os níveis de substrato, dentro de cada tempo de avaliação. (B) ajuste da regressão em função das avaliações no tempo em cada nível de substrato, quando avaliada a raiz quadrada do número de folhas das mudas. Dourados-MS,2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Para as avaliações realizadas com o índice de clorofila SPAD, observasse que as mudas produzidas em BSA tiveram maiores valores ao longo do ciclo de cultivo. As mudas em SAR tiveram menores valores de IC. O aumento expressivo dos valores IC até os 120 dias reforça o investimento em aproveitamento luminoso na produção de fotoassimilados. No entanto, a partir desse período pode-se observar estabilização do número de folhas, mas incremento em altura das plantas. obteve baixo valores de medias do índice de cor verde do índice SPAD quando comparado com as medias obtidas em relação ao BSA, o substrato SAR não obteve valores significativos em nenhuma avaliação realizadas ao longo do tempo. Contudo Gonçalves et al. (2018), trabalhando com produção de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado, verificou decréscimo nas médias do índice SPAD em função dos 40 dias após as aplicações dos tratamentos, como menores valores após 60 dias.

Observado as análises exponenciais em relação ao índice SPAD (Figura 8b), para o substrato BSA nas avaliações ao longo do tempo, pode-se identificar um aumento exponencial inicial na avaliação aos 120 DAE com 3.305% do índice, com diminuição nas demais avaliações de avaliações. Com relação ao substrato SAER pode-se observar um

aumento de 2,603% na avaliação aos 60 DAE e uma queda aos 90 e 120 DAE. O incremento dos valores da taxa de assimilação de CO₂ das mudas de *Passiflora edulis* está associado ao aumento da condutância estomática, principalmente quando ocorre elevação da densidade estomática, induzido por restrição hídrica (SOUZA et al., 2018) ou elevação de sais no substrato, que proporcionam o aumento do teor de clorofila assimiladas na planta (LIMA et al., 2020).

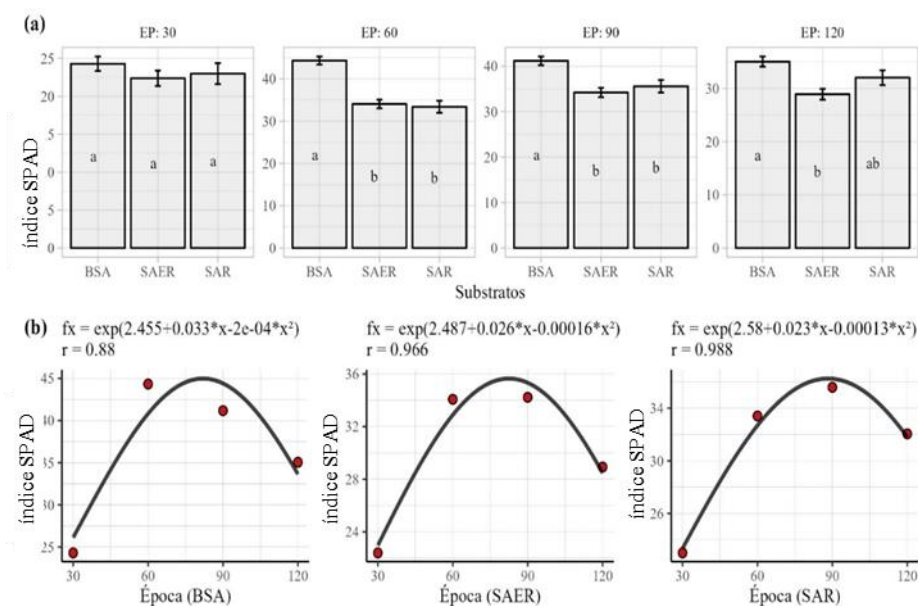


Figura 8. Resultados do teste de medias sobre a comparação múltipla entre os níveis de substrato dentro de cada avaliações ao longo do tempo (a) e o ajuste da regressão em função das avaliações no tempo sobre cada substrato (b), quando avaliada o índice SPAD (clorofila). Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na Tabela 4 temos os resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas as análises destrutivas das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. As massas frescas e secas da parte aérea e raiz das mudas de maracujazeiro foram influenciadas significativamente pelo fator isolado substratos. O comprimento de raízes (CR) foi influenciado apenas pelo fator dose de macroalgas com 3,81 mL de macroalga. A área foliar apresentou efeito significativo pela interação entre substrato x dose.

Tabela 4. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS aos substratos e doses de macroalga (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.) na (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca

raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) em mudas avançadas de maracujazeiro AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024.

Variável	Teste F			SH	CV
	Substrato (S)	Doses (D)	S versus D		
MFRAIZ	230,47**	0,61	0,76	0,87	42,81%
MSPA	68,10**	0,56	0,77	0,13	32,54%
MFPA	380,57**	0,29	0,67	0,14	27,93%
MSRAIZ	422,34**	0,04	1,77	0,95	46,93%
CR	0,85	3,81**	0,50	0,17	14,81%
AF	558,79**	2,69	2,61**	0,98	25,13%

** , significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação.

Embora o efeito de dose tenha sido significativo para CR em mudas avançadas de maracujá, não houve ajuste da regressão por apresentar um R² de 38%.

As massas frescas e raízes (Figura 9a e 9c) foram influenciadas significativamente pelos substratos BSA obtendo valores superiores a 90 e 50 g, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais substratos. As respostas de MSPA e MSR foram semelhantes as frescas, exceto que para MSRAIZ, as mudas produzidas em SAER não diferiram daquelas em BSA.

Esses aumentos nas características das mudas produzidas no substrato BSA pode estar relacionada com as condições favoráveis fornecida através do mesmo em sua formulação e composição química como o formulado de NPK que é ideal para o desenvolvimento das mudas. Além disso, esse substrato por conter em sua composição formulados e osmocate pode ter melhor estabilidade física do torrão. Quando comparado o substrato SAR devido o mesmo ser composto apenas por solo e área grossa lavada permitindo maior percolação da água sobre o mesmo.

Segundo Menegaes et al. (2017), o substrato utilizado para a produção de mudas tem relação positiva com a formação e estabilidade do torrão, propiciando condições ideais para o desenvolvimento sistema radicular. Além disso, é imprescindível para o estabelecimento bem-sucedido das mudas no campo, pois um torrão instável promove o rompimento e exposição do sistema radicular, deixando a planta mais vulnerável ao dessecamento e morte, demandando ações de replantio ou ainda, tornando mais tardio o seu desenvolvimento.

Silva et al. (2023) ao avaliar substrato a base de bagana de carnaúba, observou um aumento gradativo nas médias de massa seca da parte aérea, e provavelmente se deve ao

aumento dos teores de N e K presentes na bagana de carnaúba, que corrobora os resultados de Albano et al. (2017), que observaram aumento significativo nesta variável após a aplicação de substrato de resíduo de carnaúba semidecomposto em mudas de mamoeiro ‘Formosa’.

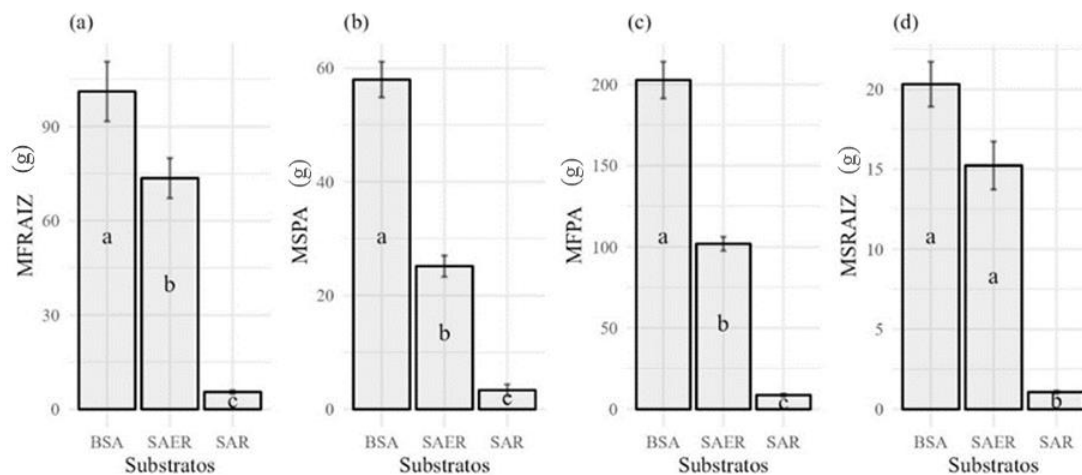


Figura 9. Massas frescas e secas da parte aérea e raízes de mudas de maracujazeiro amarelo produzidas em diferentes substratos. Dourados-MS, 2024. MFPA= massa fresca da parte aérea, MFR= massa fresca da raiz, MSPA= massa seca da parte aérea, MSR= massa seca da raiz. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Possivelmente, a presença das citocinina no extrato, que influenciam o movimento de nutrientes para a folha a partir de outras partes da planta, bem como o desenvolvimento de cloroplastos, aumento de fotossíntese e síntese de energia, contribuíram para o crescimento mais rápido (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O BSA se ajustou as equações de regressão, e apresentou o maior desenvolvimento da área foliar, com 980,61 cm² na dose de 7,90 mL L⁻¹ do extrato. Esse aumento pode se justificar, levando em conta que o extrato de algas é considerado uma fonte de citocininas classe de hormônios vegetais que entre suas propriedades promovem a divisão celular, com efeito sobre a expansão da área foliar e partição de assimilados das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Assim para as pesquisas de MIYAKE et al. (2017) ressaltam a importância do aumento do desenvolvimento do número de folhas na planta para o desenvolvimento biológico do vegetal, sendo considerando a área foliar como um índice de produtividade. Ademais, ela influencia principalmente na capacidade fotossintética.

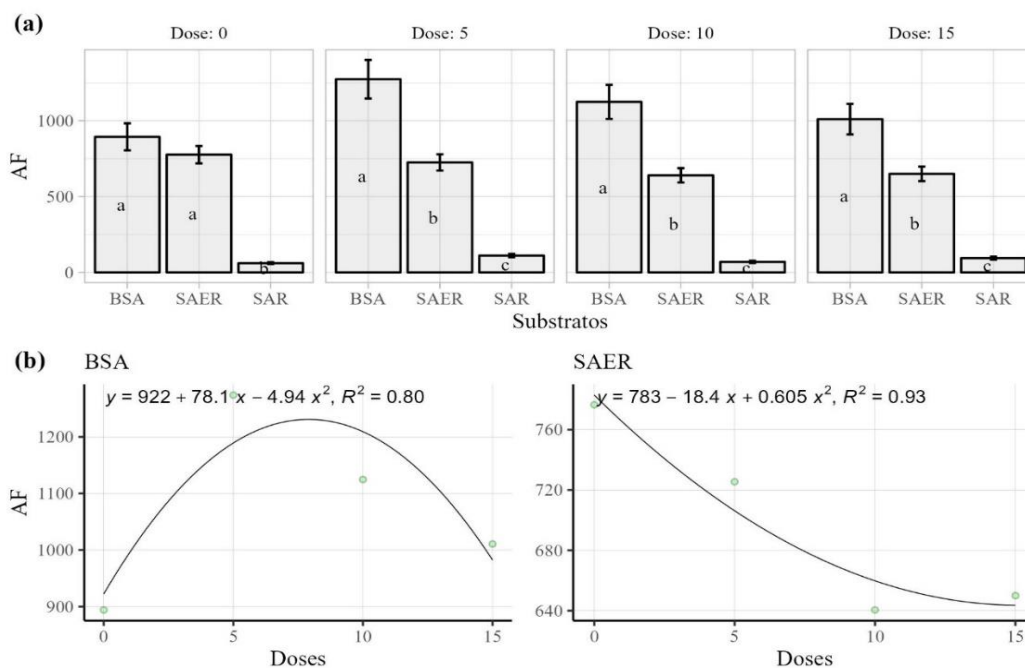


Figura 10. Área foliar (AF) de mudas avançadas de maracujazeiro produzidas em diferentes substratos (a) e doses de macroalga (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.). Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na análise de correlação observou-se correlação positiva entre a MFPA, MSPA, MFRAIZ, MSRAIZ e AF, com magnitude superior a 0,5% (Figura 11a), indicando que a produção de biomassa é proveniente das melhores respostas em área foliar das mudas, e conseqüentemente maior produção de fotoassimilados. Por outro lado, o CR não apresentou correlação com as demais características ($p > 0,05$).

Na análise de componentes principais (Figura 11b), os dois primeiros componentes explicaram 98,8% da variação dos dados em função dos fatores em estudo.

Observou-se interação positiva do BSA para MFRAIZ, MSRAIZ, MFPA, MSPA e AF. As doses 0 e 10,0 mL do extrato apresentaram resultado de confiança de 0,98% para as características MFPA, MFRAIZ e AF das mudas de maracujá azedo. No substrato SAER, apenas a MSR apresentou interação com 0, 5,0 e 10,0 mL do extrato de macroalga. segundo SABHARWAL e ANJUM, 2016 O uso das componentes principais permite observar os padrões qualitativos em uma avaliação de dois fatores, sem perda de informação dos dados a partir da diferença e semelhanças representadas por dois componentes (dimensões), denominados PC 1 e PC 2.

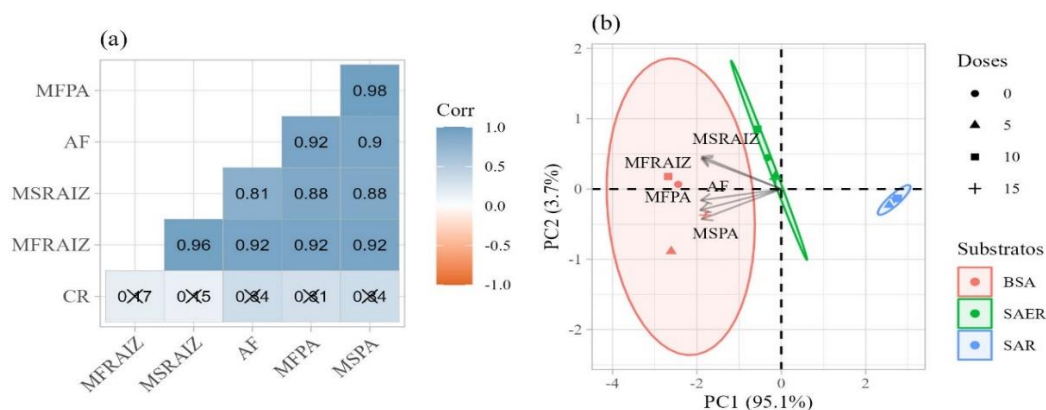


Figura 11. (a) Correlograma das características de produção de biomassa e área foliar e (b) diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial - BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e as dose de macroalgas (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.) avaliadas no estudo. O símbolo “X” (a) indica correlação não significativa ($P > 0,05$) e as elipses para os substratos (b) construídas com 95% de confiança.

As análises dos nutrientes nas folhas das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa quando avaliadas as 120DAE baseados no modelo de regressão generalizados (GAMLSS) estão apresentados na Tabela 5 apresentado os resultados significativos para as variáveis N, P, K, Ca, Mn e Zn quando avaliado isoladamente sobre os diferentes substratos. Por outro lado, o Cu foi influenciado pela interação substratos x dose, enquanto Mg e Zn não foram influenciados pelos fatores em estudo.

Tabela 5. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas ao conteúdo de nutrientes acumulados nas folhas das mudas avançadas produzidas nos diferentes substratos e as doses de macroalgas (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.). Dourados-MS, 2024.

Macronutrientes	Teste F			SH	CV
	Subst. (S)	Doses (D)	S versus D		
N	5,81**	3,51	1,07	0,38	42,81%
P	15,36**	1,23	1,67	0,60	39,53%
K	43,26**	1,63	1,48	0,62	18,90%
Ca	14,99**	1,03	0,48	0,15	33,46%
Mg	0,13	0,28	0,72	0,08	32,71%
Cu	0,41	2,79	3,31**	0,84	48,13%
Mn	59,00**	0,33	0,45	0,27	33,21%
Fe	0,95	0,15	1,56	0,11	59,31%
Zn	21,59**	3,02	1,13	0,87	31,35%

** , significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação.

Na Figura 12(a) pode-se verificar que o nitrogênio (N) foliar nas mudas em SAER apresentou maior valores, diferindo apenas do SAR. O esterco bovino, como base do SAER, é um material rico em nitrogênio, aumentando a disponibilidade às plantas, e esse aumento pode estar relacionado com decomposição do esterco ao longo do tempo fazendo com o que haja a liberação dos nutrientes, incluindo nitrogênio, que é então absorvido pelas raízes das mudas e translocado para a parte área fazendo com que ocorra maior concentração e produção dos fotoassimilados, refletindo em crescimento vegetativo.

Na Figura 12(b) observa que para o P, K e Zn, as mudas expressaram maiores valores quando produzidas em BSA e SAER. Para o cálcio (Ca), o maior valor foi observado nas mudas em SAER, diferindo dos demais. O substrato BSA e SAER, em sua composição, apresentam em sua composição resíduos animais, podemos enfatizar o substrato SAER que é de origem bovinas qual são animais que recebem alimentação e pastagem bem balanceada e nutritiva com isto podemos observar a alta concentração desses nutrientes presentes sobre os substratos e sendo fornecidos para as mudas.

Antunes et al. (2016) verificaram que o conteúdo de cálcio, magnésio e fósforo, bem como as características físico-químicas e do gongocomposto gerado por diplópodes da espécie *Trigoniulus corallinus* foram eficientes na produção de mudas de alface, e DE SOUSA e ANTUNES et al. (2022) afirmam que o mesmo substrato com a combinação de pó da fibra de coco promoveu excelente desenvolvimento das mudas da espécie *Passiflora edulis*.

Observa-se maior teor de manganês (Mn) nas mudas produzidas no substrato SAR, que foi significativamente superior aos demais substratos. Para Zn, nas folhas de maracujá azedo AG1 não houve diferença significativa entre os substratos SAER e BSA, e diferiram do substrato SAR, com menor valor. O nitrogênio, fósforo, potássio atuam na fotossíntese,

e manganês e zinco também influenciam na síntese de clorofila, como ativador de enzimas, ou seja, esses elementos disponíveis para a planta influenciam diretamente na produção de fotoassimilados, que conseqüentemente afetam o acúmulo de biomassa na planta, proporcionando um bom desenvolvimento (POUR et al., 2021).

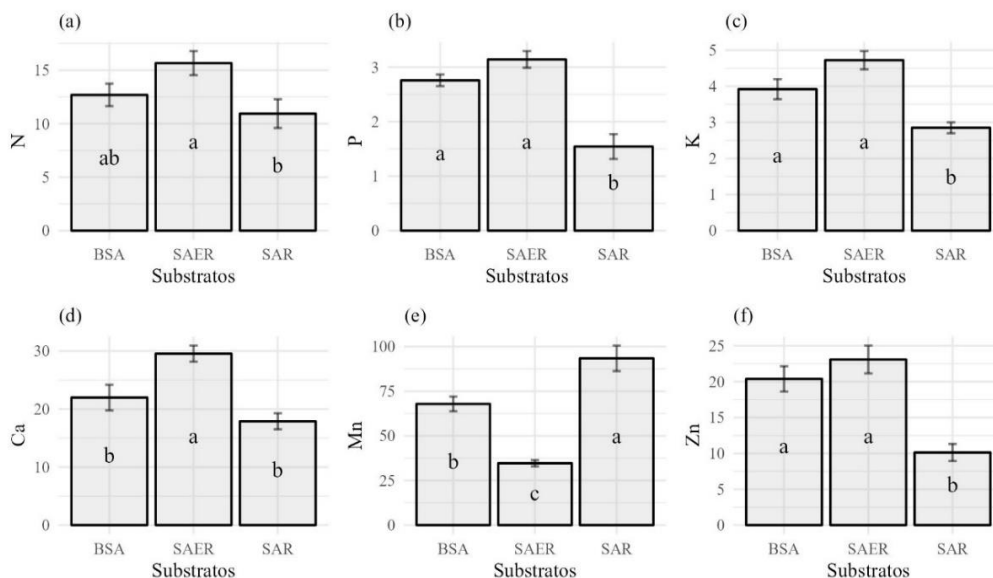


Figura 12. Teste de comparação múltipla entre os níveis de substrato (substrato comercial- BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e a análise nutricional das folhas de maracujá azedo gigante amarelo- AG1, Embrapa. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Com relação ao teor de cobre (Cu) na análise de diagnose nutricional foliar através do teste de media (Figura 14a), constatou-se que todas as doses aplicadas sobre os substratos BSA obteve maiores concentrações de cobre nas folhas das mudas produzidas sobre o mesmo substrato, com relação os substratos SAER e SAR os mesmo apenas se diferiram do substrato BSA na dose 15mL L^{-1} obtendo menores valores de concentram sobre essa dose das folhas das mudas. Com isto podemos enfatizar que o micronutriente Cu é considerado um nas micronutrientes essências para o desenvolvimento das mudas de maracujá assim como o zinco ambos são responsáveis por atuarem na ativação das enzimas do processo metabólico, também atua na formação das paredes celulares das plantas como a síntese de lignina que fortalece as paredes celulares das plantas.

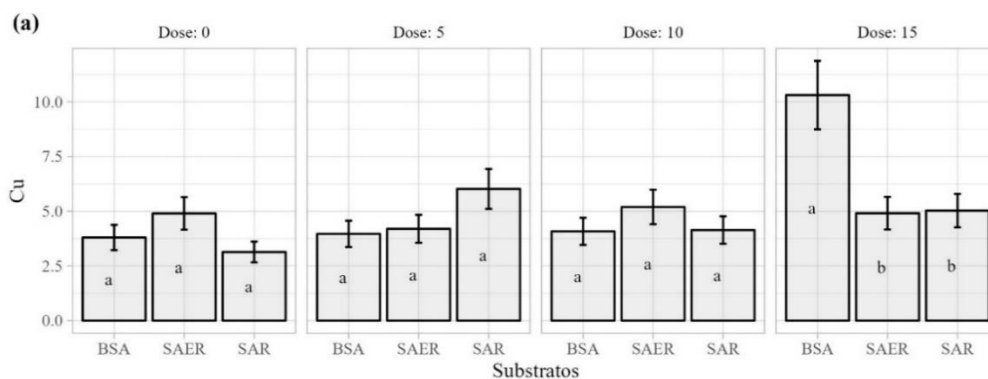


Figura 13. Teor de cobre em mudas avançadas de maracujazeiro produzidas em diferentes substratos e doses de extrato de alga. Resultado do teste de medias da interação dupla ente substratos x dose quando avaliado o micronutriente Cobre (Cu) sobre a análise da diagnose nutricional das folhas das mudas avançadas. Dourados-MS, 2024.

O Cu age como constituinte de enzimas e na fotossíntese (GONÇALVES et al., 2019), possuindo como fonte o sulfato de cobre e a matéria orgânica. O tipo de solo exerce influência na lixiviação ou fixação do elemento no solo. O elemento é adicionado também por meio de fungicidas, fator que pode explicar o aumento e a alta correlação, pois foram feitas aplicações de fungicidas durante a condução do experimento.

Na Figura 15(a) foram considerados os oitos caracteres (P, Ca, N, Zn, Cu, Fe, Mg, Mn), avaliados via matriz de correlação, em que é possível verificar P, Ca, N, Zn com correlação positiva com os nutrientes Zn, N, Ca, P, K, com correlação positiva, acima de 0.5 do grau de correlação para os macronutrientes avaliados.

Esses componentes foram também expressos através da análise biplot percentual de 67.6%. No Q1, de acordo com a interação nutrientes Mg e Fe sobre o substrato SAR nas doses 0 e 15 mL L⁻¹, observou-se uma correlação positiva em relação ao eixo Y da PC2. No Q2 pode-se verificar maior concentração e relação entre os dois eixos, o substrato SAER com maior concentração em relação a análise química foliar dos nutrientes N, Ca na dose 10 mL L⁻¹ e Zn, P na dose 0 mL L⁻¹, e correlação positiva entre esse nutriente e o substrato SAER para a dose 5 mL L⁻¹, contudo no modelo correlativo observou valores positivos entre os dois eixos avaliados para o substrato BSA, nas doses 5 e 15 mL L⁻¹ no Q2.

De acordo com os dois fatores avaliados, no Q3 (Figura 15 b) houve uma baixa interação entre as variáveis correlacionadas, e o nutriente Mn tem uma relação negativa próximo ao marco 0 do Q1 e Q3, obtendo correlação com a dose 10 mL L⁻¹ e o substrato SAR. No mesmo quadrante observa-se a correlação entre dose e substratos, com relação

entre o BSA e a dose 0 mL L⁻¹, e o SAER com a dose 5 mL L⁻¹. Com relação ao Q4, obtém-se uma interação da dose 10 mL L⁻¹ com o substrato BSA e o nutriente Cu próximo ao ponto de ligamento dos eixos X e Y, contudo o Q4 tem uma correlação negativa com o nutriente K e uma relação entre a dose 15 mL L⁻¹ sobre o substrato SAER.

No geral, estes resultados confirmam a importância do uso de um composto orgânico de qualidade na composição dos substratos formulados destinados à produção. A matéria orgânica melhora as propriedades físicas e químicas dos substratos e aumenta a disponibilidade de macronutrientes, micronutrientes e reguladores de crescimento das plantas, e o composto representa de longe o constituinte mais profundamente investigado dos meios de cultivo (PASCUAL et al., 2018).

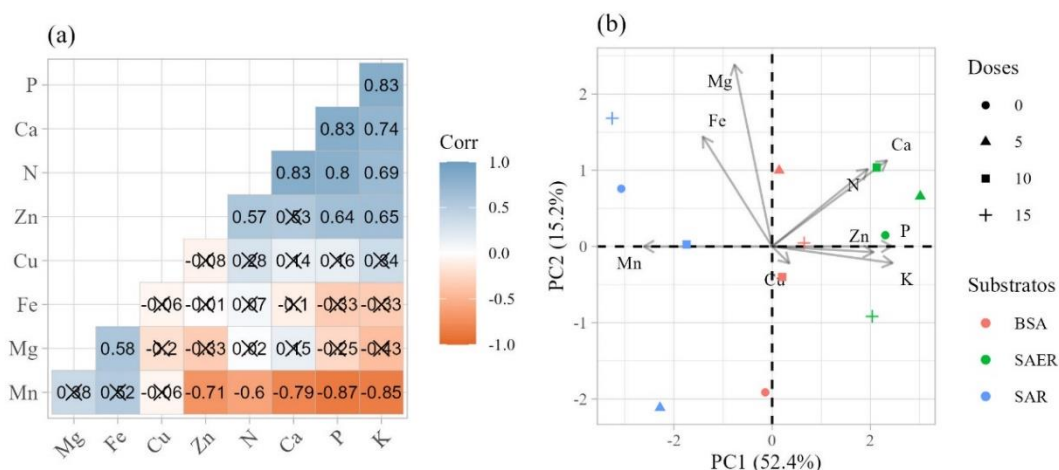


Figura 14. (a) Correlograma das características da diagnose nutricional foliar para fósforo (P), cálcio (Ca), nitrogênio (N), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), e potássio (K), e diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot (b) sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e as dose de macroalgas (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis.) (O símbolo “X” indica correlação não significativa ($P > 0,05$) e as elipses para os substratos fig.(4b) construídas com 95% de confiança). Dourados-MS,2024.

Considerando o IQD (Figura 16) como um dos importantes indicativos de qualidade das plantas no desenvolvimento de mudas, o melhor substrato na fase de produção das mudas avançadas foi o substrato comercial (BSA), com valores superiores aos demais. No substrato composto por esterco ruminal (SAER), o adubo promoveu crescimento superior a 1% no IQD das mudas avançadas, sendo considerado superior ao SAR. Essa

relação da alta qualidade obtidas nas mudas sobre o substrato BSA pode estar relacionada com a composição química nutricional presente nos mesmo e a relação da liberação e fornecimento dos nutrientes essenciais disponíveis nos mesmo para as mudas provocando aumento nas suas estruturas físicas como caule, folhas e sistemas radicular das mudas avançadas de maracujá. Esses resultados corroboram com Mendonça et al. (2021), que observaram aumentos no IQD de mudas de maracujá com adição de bagana de carnaúba. Este parâmetro é considerado um indicador da qualidade das mudas, pois considera as relações altura/diâmetro e massa seca da parte aérea/massa seca da raiz, e sua relação com a massa seca total da muda. Medeiros et al. (2016), enfatiza que o IQD de mudas de maracujá pode variar dependendo do genótipo e do tratamento.

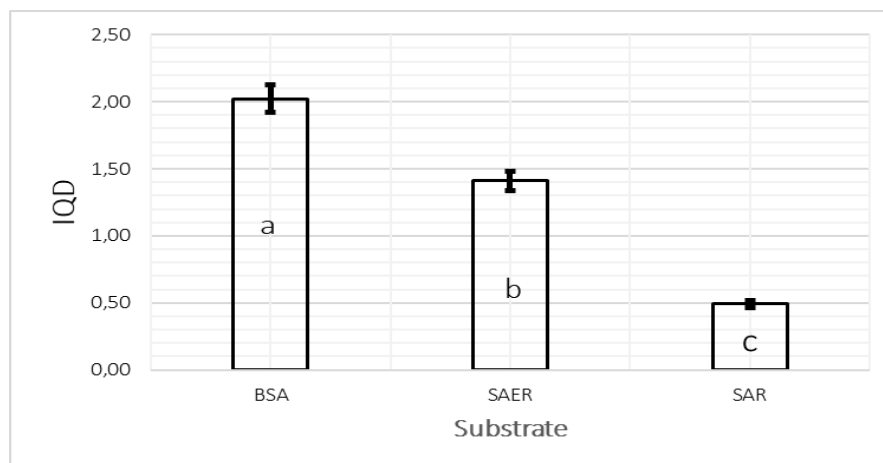


Figura 15. Índice de qualidade (IQD) de mudas avançadas de maracujazeiro com diferentes substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR). Dourados-MS,2024.

A análise química final está apresentada na Figura 17(a). É possível verificar correlação positiva para característica matéria orgânica com pH, K e P, bem como o K com o pH e a matéria orgânica, além do K com o P. A SB apresentou forte correlação com o V%, e o Ca com a CTC potencial, como era esperado. Para a análise biplot (Figura 17b), no Q1, identificamos correlação entre as doses 0, 5 e 15 mL L⁻¹ sobre o substrato SAR e ausência das características avaliadas. Já em relação ao Q2 é possível verificar alta correlação entre as doses 5 e 15 mL L⁻¹ sobre as características Ca, SB, V, CTC, Mg sobre a biplot. observando o Q4 o substrato nas doses 0 e 10 mL L⁻¹ obteve maior correlação com as características pH, M.O, K e P, construindo uma biplot com cerca de 70,6% de significância sobre as características dose, substrato e análise química dos substratos. Para cada eixo do biplot, os maiores valores indicam a variável mais representativa dentro de cada quadrante,

explicando dessa forma a maior parcela da variância do conjunto original de dados correlacionados (CRUZ et al., 2018).

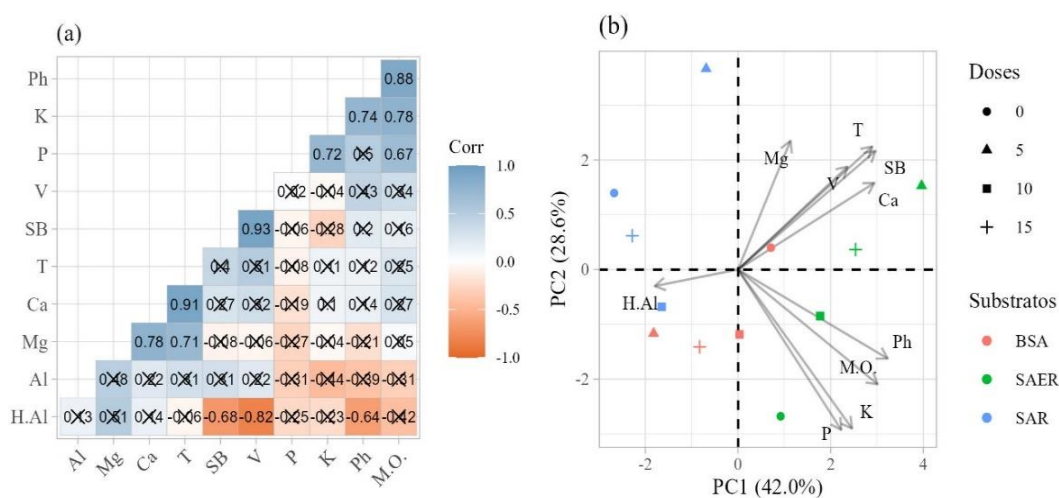


Figura 16. Correlograma (a) e análise biplot (b) da análise química final do solo. O símbolo “X” (a) indica correlação não significativa ($P > 0,05$).

CONCLUSÃO

- Os substratos BSA e SAER e extrato influenciaram os atributos químicos do solo.
- Os substratos BSA e SAER proporcionaram maiores respostas nos indicadores de crescimento e nutrientes foliares nas mudas avançadas de maracujá.
- As doses de macroalga quando associadas aos substratos proporcionaram incremento em área foliar e aumento do teor de cobre (Cu) nas folhas das mudas avançadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, E.S.; ARAGÃO, C.A.; GOMES, I.L.S.; SOUZA, G.N.; ANDRADE, I.G.V. Alternative substrates for production of yellow passion fruit seedlings. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 7, n. 1, p. 4348, 2020.

ALBANO, F. G.; CAVALCANTE, I. H. L.; MACHADO, J. S.; LACERDA, C. F.; SILVA, E. R.; SOUSA, H. G. New substrate containing agroindustrial carnauba residue for production of papaya under foliar fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 128-133, 2017.

ANTUNES, L. F. de S.; SCORIZA, R. N.; SILVA, D. G. da; CORREIA, M. E. F. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. **Ciência Rural**, v. 46, n. 5, p. 815–819, 2016.

BENINCASA, M. M. P. **Departamento de biologia aplicada à agropecuária. Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. FCAV-UNESP: Jaboticabal, p. 02-06, 2003.

COSTA, F.M.; ANJOS, G.L.; CAMILO, G.B.M.; OLIVEIRA, U.C.; SOUZA, G.S.; SANTOS, A.R. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes composições de substrato e ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 13814, 2018.

CORDEIRO, K. V.; COSTA, N. A.; ANDRADE, H. A. F.; OLIVEIRA-NETO, E. D.; ROCHA, B. R. S.; MACHADO, N. A. F.; ALBANO, F. G.; FURTADO, M. B.; SILVAMATOS, R. R. S. Inclusion of Babassu Decomposed Stem Substrates on the Pattern of the Vegetative Growth of Passion Fruit Seedlings. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 50, n. 21, p. 2777–2786, 2019.

CRUZ, D. G.; NOGUEIRA, F. C.; ROSSI, D. Q.; PEREIRA, T. M.; FERREIRA, R. F. Análise fatorial multivariada aplicada na caracterização de contaminantes de um depósito de minério de ferro. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 248-253, 2018.

FARIAS, G. A. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos contendo resíduos vegetais. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2019. p. 141-148. DOI: 10.5747/ca. 2019.v15.n1.a278

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. **O clima da Região de Dourados, MS**. 3. ed. rev. e atual. - Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. 31 p. (Documentos 138 - Embrapa Agropecuária Oeste).

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.

DALMOLIN, A. C.; THOMAS, S. E. O.; ALMEIDA, B.C.; ORTIZ, C. E. R. Alterações morfofisiológicas de plantas jovens de *Curatella americana* L. submetidas ao sombreamento. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 13, n.1, p.41-48, 2015

DE SOUSA ANTUNES, L. Sustainable organic substrate production using millicompost in combination with different plant residues for the cultivation of *Passiflora edulis* seedlings. **Environmental Technology & Innovation**, v. 28, p. 102612, 2022.

MENDONÇA, A. M.; NATALE, W.; SOUSA, G. G.; SILVA JUNIOR, F. B. Morphophysiology and nutrition of yellow passion fruit seedlings grown in substrates based on carnaúba palm bagana. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 3, e132, 2021.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

GONÇALVES, B. H. L. Efeito do bioestimulante Stimulate[®] no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 147-155, 2018.

GONÇALVES, A. S. F.; DE OLIVEIRA NETO, S. S.; MACHADO, G. G. Uso de micronutrientes na agricultura: efeitos e aplicações. **Rev Agr Bras**, v. 3, n. X-x, p. 1-4, 2019

JÚNIOR, W. A. R. Substratos na produção inicial de mudas de *Carica papaya* L e *Passiflora edulis* Sims Substrates in the initial production of seedlings OF *Carica papaya* L and *Passiflora edulis* Sims. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 76775-76789, 2021.

IBGE. Embrapa mandioca e fruticultura. **Produção brasileira de maracujá em 2020**: IBGE/ SIDRA. Disponível em: <http://www.cnpmf.Embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/b1_aracuja.pdf> (Acesso em 13 mai. 2023).

Kassambara, A. M. F. **_factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses_**. R package version 1.0.7. 2020 <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>.

Lenth R. **Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means**. R package version 1.8.4-1, 2023, <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.

LIMA, L. K. S.; JESUS, O. N. de; SOARES, T. L.; SANTOS, I. S. dos; OLIVEIRA, E. J. de; COELHO FILHO, M. A. Growth, physiological, anatomical and nutritional responses of

two phenotypically distinct passion fruit species (*Passiflora* L.) and their hybrid under saline conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 263. n. 15, p. 109037, mar. 2020.

LINS, D. J. B. Atributos físicos do solo na cultura da mandioca sob manejo diferenciado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 2, p. 46-56, 2021.

MEDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, E. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.

MENEGAES, J. F.; ZAGO, A. P.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L. Enraizamento de estacas de forrações ornamentais em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Nativa**, v. 5, n. 5, p. 311–315, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i5.4468>.

MIYAKE, R. T. M.; CRESTE, J. E.; NARITA, N.; GUERRA, W. E. X. Substrato e adubação nitrogenada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em condições protegidas. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 1, p. 57–65, 2017.

NASCIMENTO, K. S.; CUNHA JUNIOR, J. A. N.; SOUZA FILHO, J. F.; SILVA, M. A. Substratos a base de esterco de animais para produção de mudas de mamoeiro. **Revista PesquisAgro**, Confresa, v. 2, n. 1, p. 57-66, 2019.

PASCUAL, J. A.; CEGLIE, F.; TUZEL, Y.; KOLLER, M.; KOREN, A.; HITCHINGS, R.; TITTARELLI, F. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 3, p. 35, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0508-4>.

PETRY, H. B.; BRUNA, E. D.; MORETO, A. L.; BRANCHER, A.; SÔNEGO, M. ‘SCS437 Catarina’: Maracujá-azedo de alta qualidade para o mercado de mesa. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.32, n.2, p.49-52, 2019.

PIO, G. R. Eficiência de *Trichoderma* spp. na promoção do crescimento de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 4, p. 339-353, 2022.

POUR, A. P.; FARAHBAKHS, H.; TOHIDINEJAD, E. Nitrogen, phosphorous and potassium levels affected growth indices, leaf gas exchange parameters and biomass production of henna (*Lawsonia inermis* L.) ecotypes. **Industrial Crops and Products**, v. 163, p. 113297, 2021.

R CORE TEAM R. **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2022. <https://www.R-project.org/>.

RIGBY, R. A.; STASINOPOULOS, D. M. Generalized additive models for location, scale and shape. **Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics**, v. 54, n. 3, p. 507-554, 2005.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition. 2011, páginas.

ROSERO. S.; ERAZO, N.; GUALLPA, M. USIGÑA, M. Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres sustratos en la propagación de *Vallea stipularis* L. **Enfoque UTE**. v. 8, n. 3, p. 28–40, 2017.

SANTOS, T.V.; LOPES, T.C.; SILVA, A.G.; PAULA, R.D.C.M.; COSTA, E.; SILVA BINOTTI, F.F. Produção de mudas de maracujá amarelo com diferentes materiais refletoras sobre bancada. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 4, p. 26-32, 2017.

SABHARWAL, C. L.; ANJUM, B. Data reduction and regression using principal component analysis in qualitative spatial reasoning and health informatics. **Polibits**, v. 1, n. 5, p. 1-13, 2016.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2nd ed. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**; 2009.

SILVA, J. P. Substrato de carnaúba bagana e aplicação de substâncias húmicas na produção de mudas de maracujá amarelo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, 2023.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W. H. Freeman. 573 p. 1973.

SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; DE JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp.

to controlled water deficit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 229, n. 9, p. 77-90, fev. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artemed, 2017. 888p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS; 1995. Boletim técnico, v. 5 p175.

VALLE, K.D.; PEREIRA, L.D.; BARBOSA, M.A.; CHAVES, V.B.S.; SOUZA, P.H.M.; REIS, E.F.; SALAZAR, A.H.; SILVA, D.F.P. Development and root morphology of passion fruit in different substrates. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Colômbia, v.12, n.2, p.514-520, 2018a.

VAN OOSTEN, M. J.; PEPE, O.; DE PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 4, n.1, p. 23, 2017.

VIANA, B L. Viabilidade da propagação vegetativa de Passiflora submetidas a diferentes substratos. **Revista Arrudea-A revista do Jardim Botânico do Recife**, v. 7, n. 1, p. 12-17, 2021.

WICKHAM, H. ggplot2: **Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>.

CAPÍTULO II. SUBSTRATOS E EXTRATO DE MICROALGA [*Chlorella* sp.] POTENCIALIZAM O DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS AVANÇADAS DE MARACUJAZEIRO AZEDO?

RESUMO - Os pomares de maracujá são comumente vistos em pequenas propriedades familiares, o que demanda a necessidade de pesquisas que beneficiem o pequeno produtor que busca a sustentabilidade agrícola. Dentro da cadeia produtiva do maracujá, uma etapa fundamental é a produção de mudas de qualidade, visto que contribui significativamente num cultivo mais uniforme em campo e na prevenção de pragas e doenças. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do extrato de microalga *Chlorella* sp. e substratos, nas mudas avançadas de maracujá azedo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido - estufa coberta com estrutura revestida com tela de nylon preta com 30% de sombreamento. O delineamento experimental foi o DIC, em esquema fatorial 3 x 4, sendo três tipos de substratos (BSA, SAER e SAR) e quatro doses do extrato de *Chlorella* sp. (0,5,10,15 mL L⁻¹), aplicadas aos 45 e 90 dias após a emergência (DAE). Foram avaliados os indicadores de morfológicos, de qualidade (parte aérea e raiz), e análises químicas (foliar e solo). O emprego das concentrações de 2,5 e 5 mL L⁻¹ de biomassa de *Chlorella* sp. aplicada no solo estimulam o crescimento e acúmulo de fitomassa nas mudas avançadas de maracujá azedo. Os substratos com adição das doses *Chlorella* sp. proporcionaram um maior desenvolvimento das mudas avançadas de maracujazeiro.

Palavras-chave: resíduos orgânicos, produção sustentável, Biofertilizante orgânico.

ABSTRACT - Passion fruit orchards are commonly seen in small family-owned properties, necessitating research efforts that benefit the small-scale farmer seeking agricultural sustainability. Within the passion fruit production chain, a fundamental stage is the production of high-quality seedlings, as it significantly contributes to a more uniform field plantation and aids in pest and disease prevention. This study aimed to assess the effect of a bio-stimulant based on the extract of the microalga *Chlorella* sp. and substrates, applied through soil, on the advanced seedlings of sour passion fruit and their developmental cycle. The experiment was conducted in a protected environment - a greenhouse covered with a structure lined with 30% shading black nylon net. The experimental design was Completely Randomized Design (DIC), in a 3 x 4 factorial scheme, comprising three types of substrates and four doses of the bio-stimulant applied at 45 and 90 days after emergence (DAE). Morphological indicators, quality parameters (above-ground and root parts), and chemical analyses (foliar and soil) were evaluated. The application of concentrations of 2.5- and 5-

mL L⁻¹ of *Chlorella* sp. biomass applied to the soil stimulated the growth and biomass accumulation in advanced seedlings of sour passion fruit. Substrates with the addition of *Chlorella* sp. doses resulted in greater development of advanced passion fruit seedlings compared to substrates composed solely of soil and sand.

Keywords: organic residues, sustainable production, organic biofertilizer.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma frutífera de clima tropical com ampla distribuição geográfica, e o Brasil é considerado um dos principais centros de diversidade do gênero *Passiflora*, com cerca de 150 espécies nativas (Faleiro et al., 2019). Esse fruto pode ser utilizado para diversas finalidades, tanto “in natura” quanto processado, sendo absorvido em diversos setores da indústria.

O Brasil desponta como o maior produtor e consumidor de maracujá, chegando a produzir por ano, um milhão de toneladas da fruta (AUTOR et al., Ano). Essa produtividade pode ser superada quando o produtor utiliza cultivares melhoradas geneticamente e investe em tecnologias adequadas para o manejo e tratos culturais. A região Nordeste tem destaque na produção nacional, sendo o estado da Bahia responsável por cerca de 30,3% da produção agrícola da fruta, seguido por Ceará com 25,9% (IBGE, 2021). No Estado do Mato Grosso do Sul teve uma produção de 520 toneladas (IBGE, 2021).

Os pomares de maracujá são comumente vistos em pequenas propriedades familiares, o que demanda a necessidade de pesquisas que beneficiem o produtor que busca a sustentabilidade agrícola (Santos et al., 2017). Dentro da cadeia produtiva do maracujá, uma etapa fundamental é a produção de mudas de qualidade, visto que contribui significativamente para a condução em campo mais uniforme. Sendo assim, o sucesso do cultivo de maracujá está diretamente relacionado com a aquisição e/ou produção de mudas de boa procedência, seja de cultivares melhorados e/ou da utilização de uma adubação e substratos que sejam uma boa fonte de nutrientes, visando uma germinação e desenvolvimento com maior eficiência (Cavichioli et al., 2019).

Um dos maiores desafios para o agricultor é garantir uma elevada produção sem causar danos ambientais, advindos do uso de produtos químicos nas plantas e no solo (Hajnaljafari et al., 2020), contudo, o uso de fontes alternativas, que forneçam nutrientes às plantas e favoreçam as características estruturais do solo vem ganhando destaque (ALOBWEDE, LEAKE, PANDHAL, 2019).

A adubações com resíduos orgânicos e esterco bovino, tem se tronado uma alternativa ao produtor, visto que conferem elevado conteúdo de matéria orgânica o que favorece os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Dessa forma, contribuem para o desenvolvimento do vegetal, além de proporcionar redução dos gastos com insumos externos (Da Silva et al., 2019).

Nesse contexto, a adoção de tecnologias que envolvem o uso de microalgas se mostra promissora. As microalgas, sendo organismos vivos promotores de crescimento, desempenham várias funções benéficas que contribuem para o aprimoramento do solo e o desenvolvimento das plantas (ROCHA; PEREIRA; MELO, 2021). Além de fornecerem fitormônios, as microalgas também contêm proteínas, vitaminas, ácidos graxos insaturados e pigmentos, tornando-as aplicáveis em diversas áreas. O estudo de Lara et al. (2022) demonstrou com sucesso a eficácia das microalgas na cultura do tomateiro, evidenciando aumento na área foliar, teores de açúcares e aminoácidos. Os estudos sobre a recomendação de adubação para plantas frutíferas ainda são incipientes, havendo assim a necessidade de mais informações sobre o assunto, com isso é visto que muitos produtores fazem o fornecimento de adubação de forma empírica (LIMA et al. 2019).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do bioestimulante à base do extrato de microalga *Chlorella* sp., aplicado via solo-substrato, nas mudas avançadas de maracujá azedo submetidas a diferentes substratos compostos com resíduos orgânicos e solo sobre seu ciclo de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido - telado coberta com estrutura revestida com tela de nylon preta com 30% de sombreamento, sem sistema automatizado de irrigação com estrutura de 40 cm de altura por 1 m de largura feita de concreto, na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados/MS(Figura 01), situada à latitude de 22°11'53.2"S, longitude de 54°56'02.3"W e 400 m de altitude, o mesmo ocorreu no período de julho/2022 a Janeiro/2023. O clima de Dourados, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (Tropical Monçônico), com verões quentes e invernos secos, temperaturas máximas observadas nos meses de dezembro e janeiro e temperaturas mínimas entre maio e agosto, coincidindo com chuvas excedentes na primavera/verão e déficit hídrico no outono/inverno (FIETZ et al., 2017).

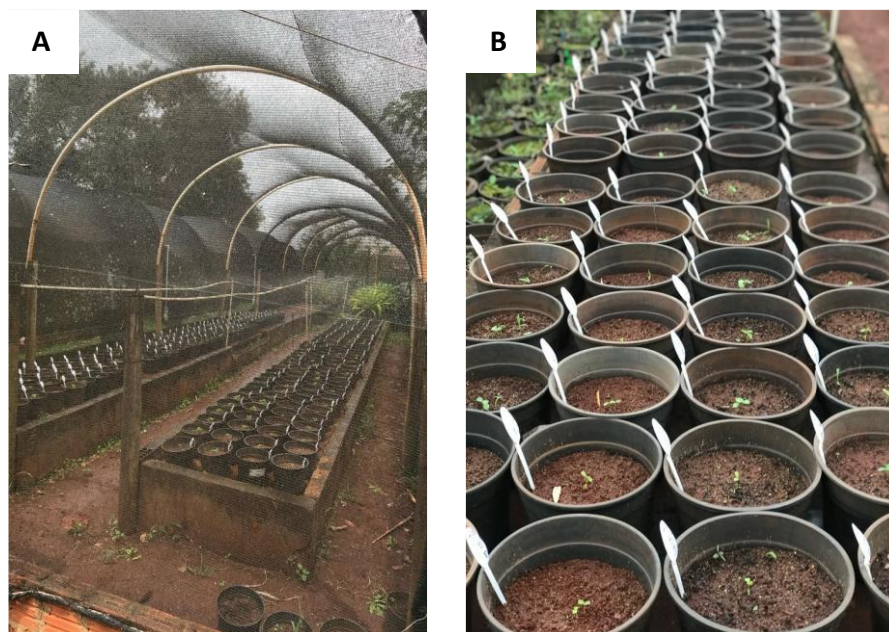


Figura 1. Descrição do local de execução do experimento sobre a produção de mudas avançadas de maracujá AG1-Embrapa na UFGD no setor de paisagismo e plantas ornamentais, Dourados-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (Tabela 1) disponibilizado pela Fazenda experimental da UFGD, esterco de origem ruminal disponibilizado pela Embrapa Agropecuária Oeste e substrato comercial da Empresa Bioflora (Tabela 2), de Dourados-MS, com sua composição: 150g de osmocote 15-08-12, mais a adção de 150g de NPK 04-14-08, 12kg de palha de arroz descomposta, 4kg de areia grossa e 2 kg de moinha de carvão. A correção do solo foi realizada durante o prosseco de misturas das proporções de cada substrato trinta dias antes da semeadura das semntes, correção realizada conforme Raij (2011), a fim de elevar a saturação por bases (V%) a 60% com o calcário. Os substratos foram adicionados em vaso de polietileno com capacidade de 5L, os vasos pesados durante o preparo, e cada vaso permaneceu com 4 kg.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo utilizados na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024.

Solo	M.O g/kg	pH	P -----Cacl ₂ -----	Ca	k	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V% %
								Cmol/dm ³			
SAR	17	5,4	10,0	49	3,1	24	1	75	76	150	50

Fonte: Solo Fértil-Análises Agrícolas (2023).

Tabela 2. Composição química dos substratos esterco ruminal (SAER) e do comercial (BSA) utilizados na mistura para produção de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024.

Substratos	g/kg	Macronutrientes cmolc/dm ³						Micronutrientes cmolc/dm ³				
	M.O	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SAER	30,37	7,0	3,5	2,3	13,6	1,3	3,7	6,8	124,4	77750,0	467	113,4
BSA	20,94	6,3	2,4	2,5	6,2	1,5	2,7	6,3	82,5	31800,0	458,0	73,3

Fonte: Solo Fértil-Análises Agrícolas (2023).

Decorrido aos 30 dias foram plantadas tres semntes maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f.sp. flavicarpa), cultivar BRS GA1 - Gigante Amarelo da Embrapa, em cada vaso com a profundidade da cova de 3 cm. Decorrido o plantio as sementes germinaram as 44 dias. Após 60 dias do plantio foi realizado o desbaste das plântulas de maracujá de menores dominancia de desenvolvimento entre as tres plantas de cada vaso permanecendo a com maior desenvolvimento vegetativo.

A irrigação foi realizada periodicamente para manter 75% da capacidade de retenção de água no substrato. Foram retiradas manualmente plantas espontâneas de acordo com surgimento das mesmas durante todo o período do experimento.

Foram realizados controles químicos para as seguintes pragas: aos 30 dias após as emergência(DAE) das plantas para o controle da vaquinha das solanáceas (*Epicauta atomaria*), aos 90 DAE foram realizando um controle preventivo para a lagarta da desfolha (*Dione juno juno*), e ao longo do desenvolvimento do experimento, de forma preventiva, foram feitas pulverizações com o Puro neen (Azadiractina O. 12%) orgânico.

Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), arranjos em esquema fatorial 3 x 4, sendo três tipos de substratos e quatro doses do bioinsumo, com parcelas subdivididas no tempo. Foram avaliados três substratos (S1 SAR-solo e areia 2:1 v/v; SAER – solo, esterco de origem ruminal e areia 1:1:1 v/v; BSA – substrato Bioflora para frutíferas), e quatro doses de microalga *Chlorella* sp.: 0, 2,5; 5,0 e 7.5 mL L⁻¹ de água), adicionando 100 mL por planta em duas aplicações realizadas aos 45 e

90 dias após a emergência (DAE). As aplicações foram feitas no final do período vespertino, via solo/substrato (Figura 2).

As microalgas possuem as seguintes características de acordo com o fabricante da *Chlorella* sp.: densidade = 1,1g. L⁻¹, 29,3%; 0,2%; 0,9%; 0,1%; 0,1%; 0,1% de C, N, P, K, Ca, S, Mg orgânicos, respectivamente, 10,19; 0,001; 113,7;11.13; 4,57 mg/kg⁻¹ de Zn, Bo, Fe, Cu e Mn, respectivamente, pH = 6,3 e 2 x 10⁷ de células de microalgas por mL⁻¹.



Figura 2. (a) preparo das misturas para proporções dos substratos sobre , (b) peso dos vasos com o conteúdo mantendo em 4 kg cada e (c) montagem e redistribuição dos vasos em cada tratamentos para realização do experimento, Dourados-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

Características avaliadas

As avaliações foram realizadas após 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura - DAS. Foram avaliados os seguintes indicadores morfológicos: altura de plantas - AP (cm), determinada pela distância do coleto até a inflexão da folha mais alta, com o auxílio de régua e trena; diâmetro do coleto – DC, a 1,0 cm acima do nível do substrato, com o uso de paquímetro digital, número de folhas (mm), relação entre altura e diâmetro do coleto - RAD, calculado pela fórmula: $RAD = (AP/DC)$. Foi avaliado também o índice de clorofila, utilizando o clorofilômetro SPAD-502 (Konica-Minolta, Tokyo, Japan), com avaliações realizadas entre as 8 e 10 horas da manhã, sempre no primeiro par de folhas, de modo que as medições foram realizadas nas mesmas folhas (Figura 3).

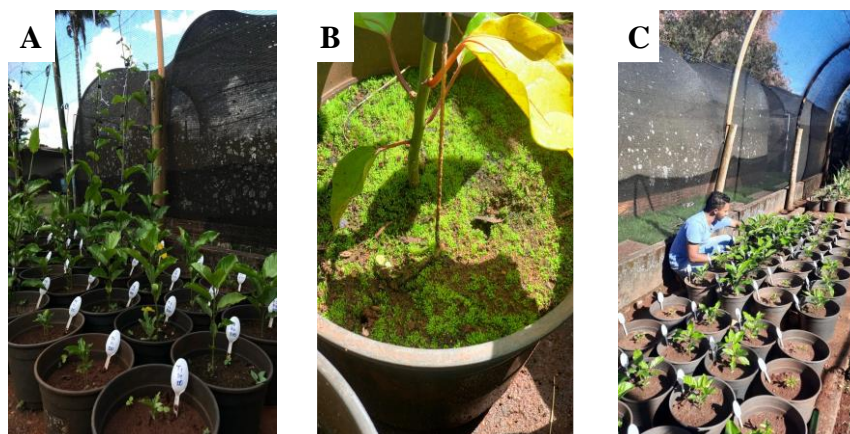


Figura 3. (a) Avaliação sobre altura das plantas (B) Diâmetro do caule (C) Número de folha e Índice SPAD das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa,Dourado-MS, 2024.
Fonte: Carvalho, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

Decorridos 120 DAE, as mudas foram retiradas dos vasos, sendo realizados os destorroamento com água corrente para retirada do sistema radicular total sem danos e perdas, as mudas foram levadas para laboratório de ecofisiologia e nutrição de plantas para realização da separação das plantas em parte aérea (folhas + caule) e sistema radicular. Após a separação foram realizadas as mensurações da razão da área foliar através do medidor de área foliar LICOR, área foliar específica, razão da massa foliar através da pesagem de balança analítica, altura da planta e comprimento do sistema radicular com auxílio de fita métrica. A parte aérea e as raízes foram pesadas em balança analítica de precisão (0,001 g), para determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) (Figura 4).



Figura 4. (a) determinação das massa fresca com auxílio de um beque e de balança analítica, (b) secagem das massas frescas das parte area e raiz para determinação das massa seca através

estufa (c) determinação das massa secas de parte aérea e com auxílio de um beque e de balança analítica, Dourado-MS, 2024. **Fonte:** Carvalho, 2024.

Posteriormente, foram acondicionadas separadamente em sacos de papel Kraft® e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a $60^{\circ} \pm 5$, por 72 horas, para obtenção da massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total das plantas (MST), e o cálculo da relação parte aérea e raiz (RPAR). O padrão de qualidade das mudas (IQD) foi calculado de acordo com Dickson et al. (1960), utilizando a seguinte equação:

$$IQD = \frac{PMST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{PMSPA}{PMSR}\right)}$$

Foram coletadas amostras compostas dos substratos provenientes de cada tratamento para caracterização dos atributos químicos dos substratos aos 120 DAE (Malavolta, 1997) (Tabelas 1 e 2).

A área foliar foi mensurada utilizando integrador de área (LI-COR, modelo 3100 C - área Meter, in Nebraska, USA), e os resultados expressos em cm². A partir dos dados de massa seca e área foliar foram calculados os índices fisiológicos de razão de área foliar, relação parte aérea-raiz, biomassa foliar específica (BENINCASA, 2003). O material seco da parte aérea (folhas) foi triturado e foram determinados os teores de macro e micronutrientes conforme a diagnose nutricional descrita pela metodologia de TEDESCO et al. (1995).

Análises estatísticas

Nesse experimento foram utilizados modelos aditivos generalizados para locação, escala e forma (GAMLSS) com distribuições Normal e Gama, e a mesma função de ligação log para os parâmetros de locação (a média) e escala (dispersão). Para o parâmetro de locação, os tratamentos substratos, doses e avaliações ao logo do tempo e as respectivas interações foram considerados de efeito fixo. A adequação da distribuição normal aos resíduos tem sido avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste F da análise de Deviance foi apresentado para verificar os efeitos de tratamentos. Para comparação entre os níveis de substratos foi aplicado o teste de Tukey. Para o efeito de dose foram ajustados modelos de regressão linear e quadrática. Todos os testes de hipóteses foram avaliados ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de correlação entre as características avaliadas foi construída utilizando o método de Spearman. As variáveis que apresentaram correlação não significativas foram retiradas na análise de componentes principais (PCA). Na PCA as variáveis foram todas padronizadas devido as diferenças entre as suas escalas de medição. O Biplot tem sido apresentado com as duas primeiras componentes principais. Todas as análises estatísticas foram executadas no software R (R Core Team 2022) com suporte das bibliotecas gamlss (Rigby e Stasinopoulos, 2005), emmeans (Lenth, 2023) ggplot2 (Wickham, 2016) e factoextra (Mundt, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão os resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas as avaliações no tempo, durante 120 dias, sobre os substratos BSA, SAER e SAR e as doses de microalga (*Chlorella* sp.). A altura das plantas, o diâmetro do coleto, o número de folhas e o índice SPAD na produção das mudas avançadas foram influenciadas significativamente pelos fatores isolados substratos e as avaliações ao longo do tempo e pela interação entre esses dois fatores (Tabela 1), as doses do extrato de microalgas influenciaram diretamente nas características da altura das plantas e índice SPAD (Apendice II).

Tabela 3. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS dos efeitos isolados e da interação dos substratos, doses de microalga e épocas de avaliação sobre as características de crescimento em mudas avançadas de maracujazeiro amarelo Dourados MS, 2024.

Variável	Teste F							SH	CV
	Substrato (S)	Dose (D)	Época (E)	S x D	S x E	D x E	S x D x E		
AP (cm)	577,94**	3,03**	1643,48**	2,05	43,97**	1,58	1,19	0,820	33,52%
DC (cm)	327,10**	0,99	1337,68**	0,84	11,66**	1,06	0,84	0,330	15,28%
Sqrt (NF)	403,80**	1,28	1378,84**	0,45	13,79**	1,72	0,52	0,080	5,81%
Índice SPAD	31,09**	7,77**	108,97**	0,44	2,58**	1,80	1,01	0,689	12,69%

** , significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; sqrt (NF), número de folhas; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação.

As mudas produzidas (Figura 5a) sobre o substrato BSA tiveram crescimento superior aos demais substratos avaliados, ao longo das avaliações no tempo, enquanto que aquelas no substrato SAR apresentaram menores valores. Essas respostas iniciais podem estar ligadas a estrutura de reserva das sementes ao fornecimento de água e a correção inicial

exigida pela cultura. Fonseca et al. (2017), afirmam que o acompanhamento do crescimento da parte aérea pode ser um bom indicador de desenvolvimento da cultura estudada, devido a possibilidade de geração de curvas de crescimento em relação ao tempo, principalmente quando esse parâmetro for combinado a outro.

Na Figura 5(b), pode-se verificar a relação da taxa de crescimento exponencial das mudas produzidas dentro de cada substrato sobre a altura (cm) das plantas em relação ao tempo de avaliação. O substrato comercial BSA, expressou a maior taxa diária de desenvolvimento, com crescimento exponencial inicial de 5,92 cm e um aumento de 5.643% aos 120DAE, obtendo valores de alturas de mudas avançadas superiores a literatura que caracteriza mudas avançadas com 100 - 120 cm aos 140 dias de plantio. Já em relação ao substrato SAER é possível verificar um crescimento exponencial inicial de 3,62 cm, com um aumento de 4.696% aos 120 DAE, resultado inferior ao BSA. Já o SAR expressou um crescimento exponencial inicial de 3,15 cm com um aumento de 625%, obtendo menores valores aos 120 DAE.

Segundo Da Silva et al. (2019) concluiu que o substrato comercial Carolina Soil® foi considerado o mais adequado para a produção de mudas de pimenta e pimentão proporcionando um bom desenvolvimento. No entanto, eles também identificaram uma alternativa viável, composta pelo substrato comercial adicionado de casca de arroz carbonizada e esterco bovino (SC+CAC+EB) influenciando nessa mesma característica. Essa combinação alternativa demonstrou ser eficaz, especialmente quando se busca utilizar substratos alternativos na produção de mudas.

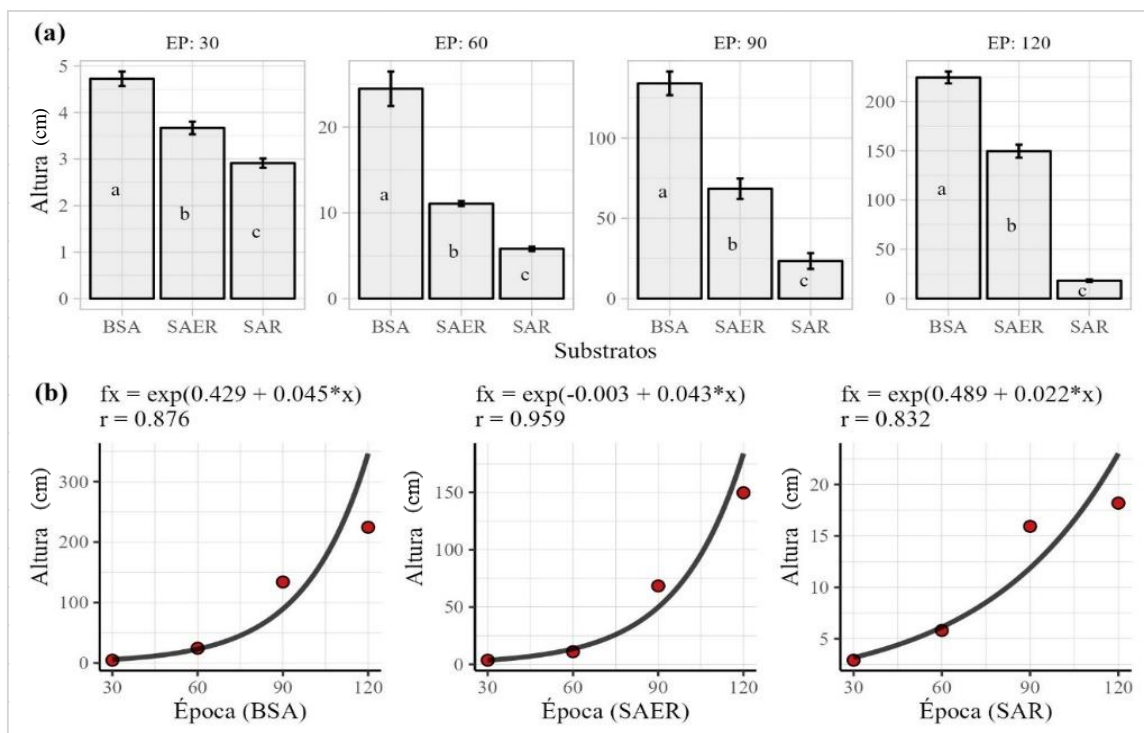


Figura 5. (a) Resultados do teste de media de comparação múltipla entre os níveis dos substratos ao longo do tempo (30, 60, 90, e 120 DAE) sobre a altura das mudas, e (b) ajuste da regressão em função das avaliações ao longo do tempo em cada substrato, sobre a variável altura das mudas avançadas. Dourados-MS,2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os maiores valores de diâmetro do caule foram observados nas mudas produzidas no substrato BSA, diferindo estatisticamente dos demais substratos (Figura 6a). De maneira similar, Cabral et al. (2023) constataram, ao avaliar diferentes substratos no crescimento de mudas de maracujá, diferenças significativas no diâmetro do caule em substrato contendo resíduo orgânico, dentre eles o esterco bovino.

No que se refere aos efeitos do tempo, houve ajuste de regressão exponencial para o diâmetro em relação ao tempo para os três substratos avaliados (Figura 6b), no qual em BSA obteve-se um crescimento exponencial inicial de 2,74 cm com aumento de 146% aos 120 DAE. O substrato SAER incrementou crescimento exponencial inicial de 1,76 cm, com aumento 223% aos 120 DAE. Já no substrato SAR identificamos crescimento exponencial inicial de 1,04 cm com um aumento de 125% aos 120 DAE. Devido a presença de substâncias húmicas contidas na matéria orgânica do substrato utilizado pode ter favorecido o aumento do diâmetro do caule das mudas de maracujá.

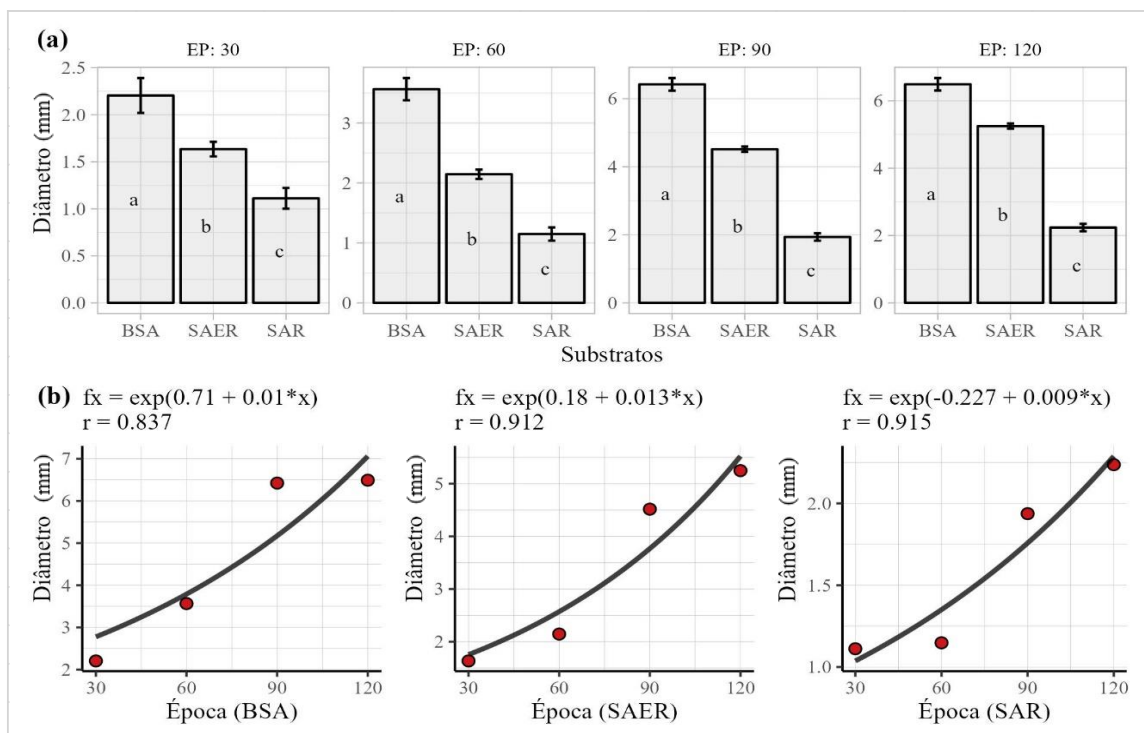


Figura 6. (a) Resultados do teste de médias comparação múltipla entre os níveis de substratos dentro de cada tempo (30, 60, 90, e 120 DAE) de avaliação sobre a produção das mudas avançadas. ajuste da regressão em função do tempo de avaliações sobre cada nível de substrato (b) quando avaliada a variável diâmetro (mm), na produção de mudas avançadas. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com Azevedo et al. (2020), a presença de um diâmetro caulinar substancial em plantas pode estar associada a uma maior disponibilidade hídrica. Adicionalmente, observou-se uma menor suscetibilidade dessas plantas a quedas causadas por ventos intensos, resultando em uma redução significativa de perdas na produção.

Observado o teste de comparação múltipla de médias (Figura 7a) em relação ao número de folhas NF, as mudas produzidas com o substrato BSA teve os maiores valores de médias sobre os dados estatísticos, diferentemente dos outros tratamentos. O substrato SAR apresentou os menores valores de número de folhas em mudas avançadas de maracujá azedo durante as avaliações no tempo.

As análises de regressão (Figura 7b) revelam incrementos no número de folhas em relação aos tempos de avaliações aos 30, 60, 90 e 120 DAE sobre as mudas avançadas produzidas nos substratos BSA, SAER e SAR. As mudas cultivadas no substrato BSA demonstraram um crescimento exponencial inicial, atingindo 2,34, com um aumento notável

de 106% até os 120 DAE. Para as mudas no SAER, o desenvolvimento inicial exponencial foi de 2,09, resultando em um acréscimo de 105% no número de folhas até os 120 DAE. Já as mudas no SAR apresentaram um desenvolvimento exponencial inicial de 1,84, com um aumento de 57% até os 120 DAE, caracterizado por um menor número de folhas.

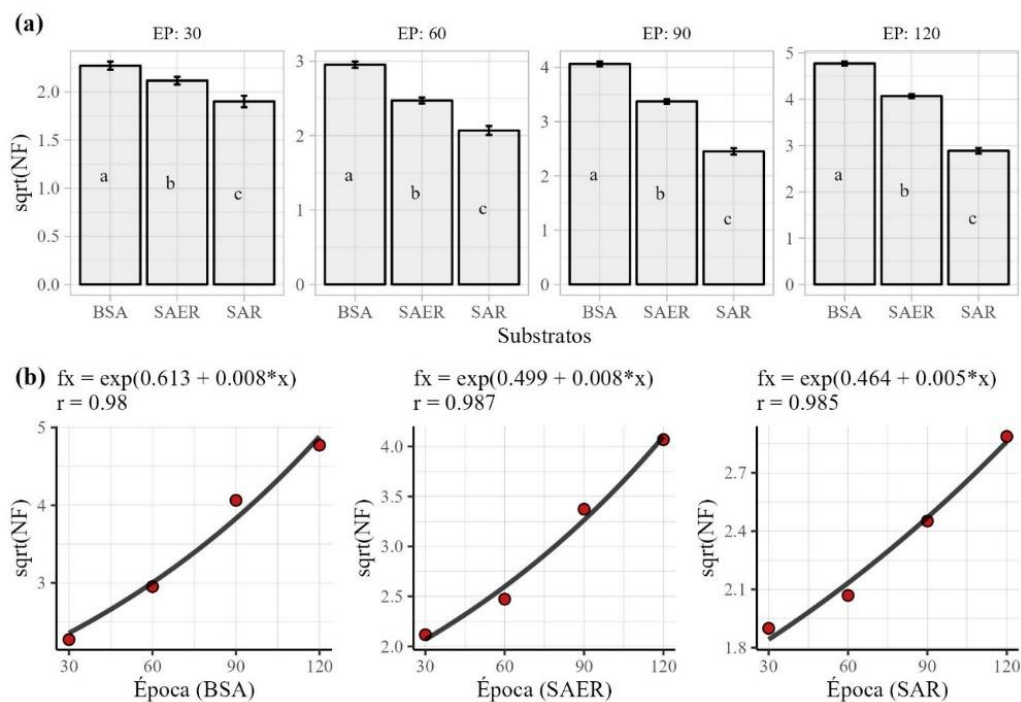


Figura 7. (a) Resultados do teste de médias de comparação múltipla entre os diferentes substratos dentro de cada época (30, 60, 90, e 120 DAE) sobre a produção das mudas avançadas. (b) e o ajuste da regressão em função das avaliações no tempo sobre cada tipo de substrato, quando avaliada a raiz quadrada do número de folhas na produção de mudas avançadas. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Para o índice SPAD, avaliado aos 30 DAE, as mudas avançadas apresentaram resultados iguais em relação aos três substratos BSA, SAER e SAR (Figura 8a), já com 60 e 90 DAE, o BSA apresentou diferença significativa entre os demais tratamentos, que não diferiram entre si. Aos 120 DAE as mudas provenientes dos substratos BSA e SAR apresentaram maiores valores quando comparados com o substrato SAER. Ao analisar a produção de maracujá em distintas composições de substrato e ambientes, Costa et al. (2018) identificaram que o substrato C, composto por 5% de solo e 25% do substrato comercial Vivatto Slim Plus®, proporcionou um notável aumento no índice de clorofila A para as mudas de maracujazeiro cultivadas sob a malha vermelha.

Observado as análises exponenciais em relação ao índice SPAD (Figura 8b), para as mudas produzidas sobre o substrato BSA em relação aos tempos de avaliações, pode-se identificar um aumento exponencial inicial no teor na época de 30 DAE com 26,46 % do teor e aos 120DAE um aumento do teor de 31%, com diminuição nas demais avaliações no tempo. Com relação ao substrato SAER pode-se observar um aumento de 13,59% do teor na época 30 DAE e um aumento do teor aos 60 e 90 DAE, com uma queda aos 120 DAE, com aumento de 135,24% em relação ao SAER. Na análise exponencial inicial do substrato SAR pode-se identificar aumento teor de 23,95% na época de 30DAE e aos 120DAE um aumento de 37%, de acordo com o modelo matemático utilizado, expressando resultado baixo e positivos sobre a equação.

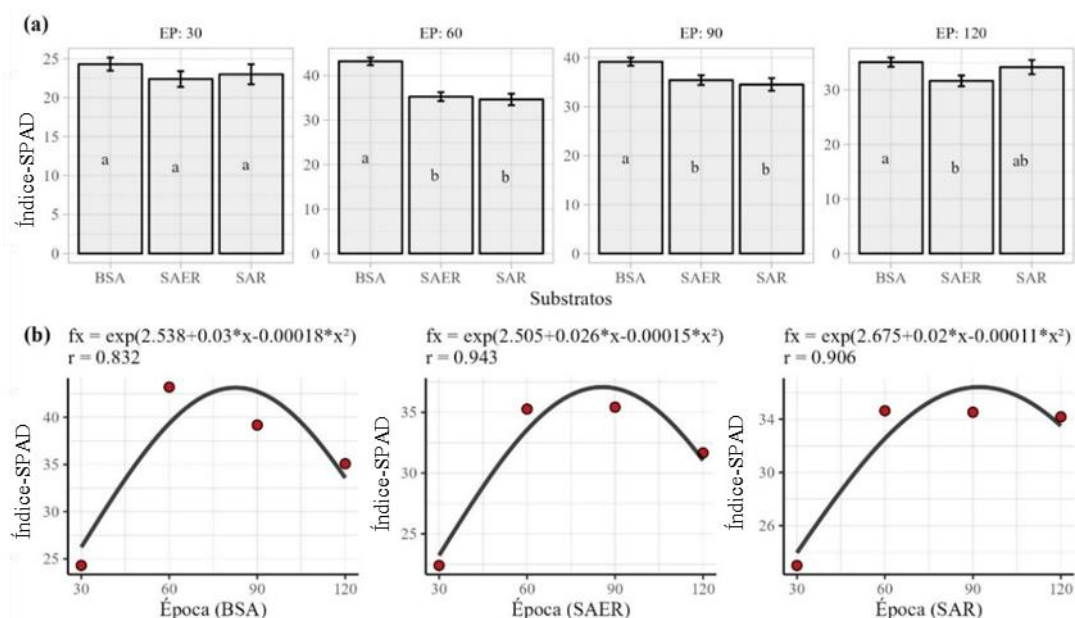


Figura 8. (a) Resultados do teste de medias da comparação múltipla entre os diferentes substratos sobre os tempos de avaliações do índice SPAD. E o ajuste da regressão (b) em função dos diferentes tipos de substrato sobre os tempos de avaliações sobre a variável do índice SPAD na produção de mudas avançadas. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na Figura 9 são apresentados os resultados do desdobramento do efeito isolado entre as doses de microalgas sobre altura das plantas e o índice SPAD. Observa-se na interação sobre altura das mudas que as doses de microalgas proporcionam uma regressão linear sobre o desenvolvimento das plantas, onde a dose de 2,5 mL L⁻¹ proporciona um aumento de 56,71 cm e 5 mL L⁻¹ proporciona um aumento de 55,48 cm sobre o desenvolvimento das mudas avançadas de maracujá azedo, a

dose 7,5 mL L⁻¹ proporcionou um menor desenvolvimento de acordo com a regressão linear de 53,97cm.

Em relação ao desdobramento da análise na característica clorofila observa-se que na dose 0 mL L⁻¹ de microalga as mudas tiveram maior índice (34,32 SPAD), mas porém nas doses 2,5 e 7,5mL L⁻¹ os índices são considerados iguais a 32,22, a dose 5mL L⁻¹ pode se observa através da fórmula que para mudas a mesma não obteve informações favoráveis sobre o índice SPAD das plantas.

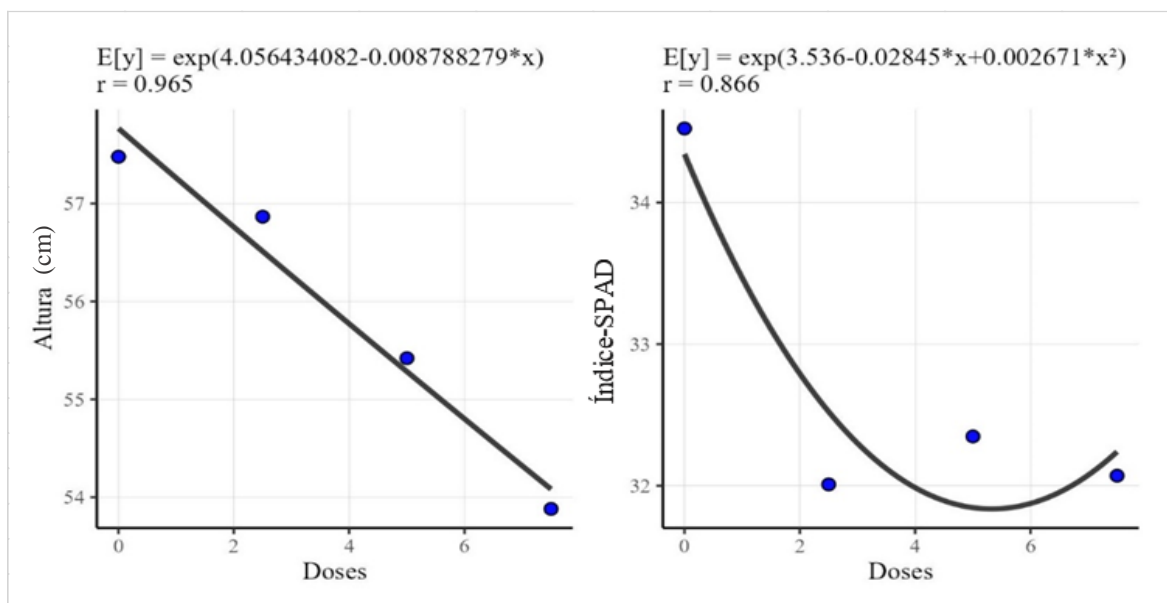


Figura 9. Ajuste da regressão da variável altura sobre a regressão linear e o índice SPAD sobre a análise de regressão quadrática das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa em função das doses de *Chlorella* sp (0, 2.5, 5, 7.5). Dourados-MS, 2024.

Na Tabela 4 temos os resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas as análises destrutivas das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa. As massas frescas e secas da parte aérea e raiz e comprimento de raiz das mudas de maracujazeiro foram influenciadas significativamente pelo fator isolado substratos, e para as doses do extrato de microalgas apenas a massa fresca das raízes foram influenciadas significativamente. Nos resultados sobre a interações dupla entre substrato x dose pode ser observado que apenas a variável comprimento das raízes das mudas avançadas de maracujazeiro azedo foram influenciadas significativamente pelo teste F.

Tabela 4. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS aos substratos e doses de microalga (*Chlorella* sp.) (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca

da parte área - MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) em mudas avançadas de maracujazeiro AG1-Embrapa. Dourados-MS, 2024.

Variável	Teste F				
	Substratos (S)	Doses (D)	S x D	SH	CV
MFRAIZ	157,65**	8,47**	0,97	0,29	41,03%
MSPA	391,42**	1,21	1,03	0,62	15,49%
MFPA	177,21**	1,42	1,03	0,92	19,97%
MSRAIZ	262,13**	1,67	1,50	0,25	36,12%
CR	4,74**	1,31	4,77**	0,13	10,16%
AF	13,49**	0,40	0,30	0,26	42,33%

** , significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação.

As mudas produzidas no substrato BSA obtiveram maiores valores de significância para todas as características avaliadas através do teste de medias, observa-se que para as mudas produzidas sobre o substratos SAER com relação as mesmas características avaliadas apenas foi significativo para as (Figura 10) características MFRAIZ, MSRAIZ e AF na produção das mudas avançadas, já as mudas produzidas sobre o substrato SAR obteve os menores valores significativo das variáveis analisadas. Em contrapartida observou-se que para o substrato SAR em relação ao teste de medias sobre as variáveis não foi observado valores significativos sobre o substrato avaliado. É plausível supor que a maior quantidade de folhas e aumento do sistema radicular pode estar associada aos nutrientes presentes no substratos e na soluções aplicadas no solo, essenciais para o crescimento das plantas e fornecidos ao longo do tempo pelas condições favoráveis. Tais soluções, como destacado por González-Pérez et al. (2022), contêm elementos nutritivos fundamentais, tais como nitrogênio, fósforo e potássio. Conforme destacado por Razaq et al. (2017), a presença de fósforo desempenha um papel significativo ao estimular o desenvolvimento radicular, sendo essencial para processos vitais como a divisão celular, reprodução e metabolismo das plantas. Essa associação pode estar relacionada ao emprego de bioestimulantes à base de extrato de algas.

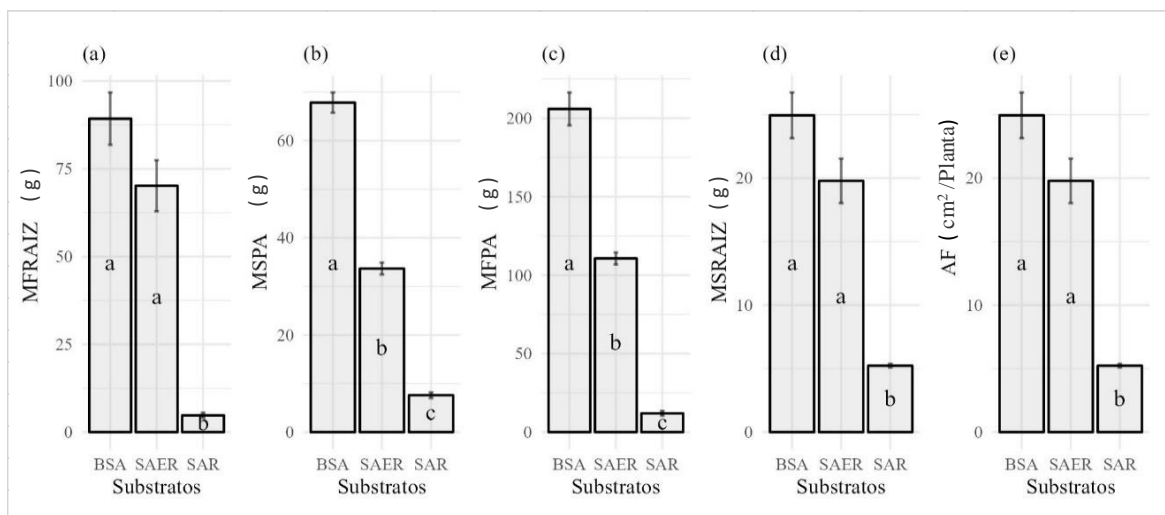


Figura 10. Resultados do teste de média entre os níveis de substratos e as características (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área – MFPA, área foliar - AF) em mudas avançadas. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na Figura 11(a) é apresentado os resultados do desdobramento da interação entre substrato e doses quando avaliado o comprimento das raízes (CR) das mudas avançadas, sobre as medias obtida nas doses 0, 2.5, 7.5, mL/L⁻¹ as doses não diferenciaram entre si, e na dose 5mL/L⁻¹ obteve resultado significativo entre os substratos, tendo como maior média o substrato SAER com CR superiores a 30cm. Essas resposta obtidas em relação ao CR podem estar relacionadas ao fornecimento das microalgas uma vez que a mesma tem a capacidade de auxiliar no desenvolvimento das raízes segundas das plantas assim como também os substrato aombos podem fornecer ferro, boro, manganês, cloro, cobre, molibdênio, zinco e níquel são todos absorvidos pelas raízes das plantas, na forma de íons ou como sais, através do processo de difusão aumento o CR. O mesmo padrão foi observado no estudo de Barone et al. (2017), que constatou que extratos líquidos de *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus quadricauda* induziram o desenvolvimento radicular em plantas de beterraba (*Beta vulgaris* L.).

A Figura 11(b) é apresentado as regressões obtidas através das CR das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, o substrato BSA na dose de calculada de 3,55 mL/L⁻¹ proporcionou um aumento do sistema radicular de 30,06 cm sobre as mudas, já as mudas produzidas sobre o substrato SAER na dose 5,61mL/L⁻¹ proporcionou um aumento

da CR de 33,03cm sobre as mudas avançadas, já o substrato SAR na dose de 3,16 mL/L⁻¹ proporcionou um aumento de 24,70 sendo considerando a menor taxa sobre o CR da mudas avançadas. Essa tendência positiva também foi corroborada por outros estudos, como o de Machado et al. (2018), que verificou efeitos benéficos dos extratos de algas na estimulação do crescimento de raízes em plântulas de feijão tratadas com extrato de *Osmundaria obtusiloba*, e por Chanda et al. (2020), que observou um aumento no comprimento das raízes de até 112,65% e 84,8% em tomate tratado com extrato de *Aphanothece* sp. e *Chlorella pyrenoidosa*, respectivamente.

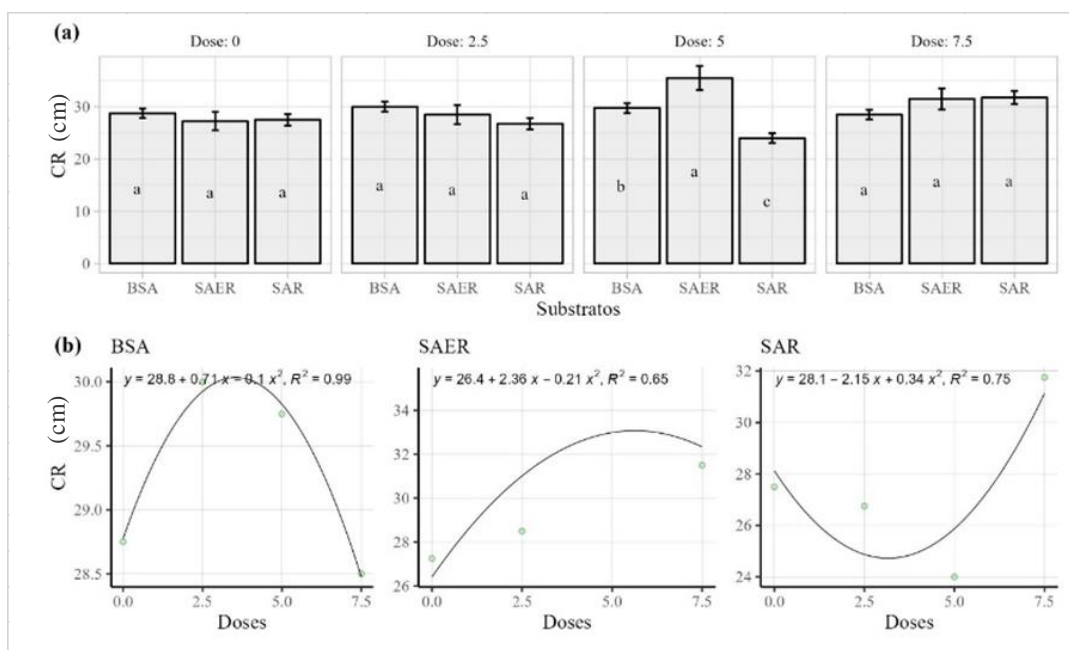


Figura 11. Resultado do teste de comparação para o desdobramento dos Substratos dentro de cada Dose de macroalgas (*Chlorella* sp.). (b) Ajuste da regressão da variável comprimento da raiz (CR) em função das Doses de Microalgas (*Chlorella* sp.) dentro de cada nível de substratos. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na Figura 12 tem-se os resultados da regressão quando avaliada a MFRAIZ em função das doses de *Chlorella* sp. sobre as mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa obtendo valores de massa na dose de 3,81 mL/L⁻¹ com um aumento de 69,20 g/kg⁻¹ da massa fresca das mudas. às microalgas, elas têm concentrações incomuns de nutrientes, superiores às observadas em plantas de algas mais altas, essa riqueza nutricional pode contribuir para o aumento do volume das raízes das plantas provocando esse maior aumento da massa frescas das raízes. De acordo com a pesquisa conduzida por Guedes et al. (2018), que investigou o uso de diferentes concentrações de biofertilizante à base de *Spirulina*

platensis na produção de mudas de mamoeiro "Formosa" e "Papaya", observou-se aprimoramentos notáveis no desempenho agrônômico. Especificamente, as concentrações de 1,6% e 2,0% de *Spirulina platensis* resultaram em aumentos significativos no acúmulo de nitrogênio e fósforo, respectivamente, na massa seca do mamoeiro "Formosa".

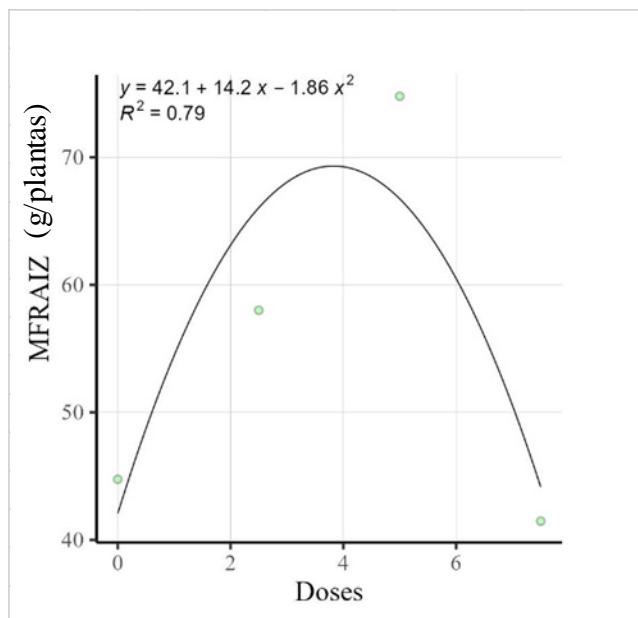


Figura 12. Resultado do ajuste da regressão da variável massa fresca das raízes (MFRAIZ g/kg-1) em função das doses de microalgas (*Chlorella* sp.) em mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024.

Na Figura 13(a) temos as correlações entre os indicadores, demonstrando que a maioria das variáveis de massa seca e massa fresca avaliadas se correlacionam positivamente com o crescimento das plantas de maracujá azedo. Observou-se correlação positiva entre as características MFPA, MSPA, MFRAIZ e MSRAIZ com correlação superior a 0,5%, já com relação ao CR e AF, as mesmas não influenciaram entre si e entre nem entre as demais características, não apresentando uma correlação sendo consideradas inferior a -0,5%. Experimentos conduzidos por Júnior et al. (2021), ao analisar mudas tanto no mamão Formosa quanto no maracujá amarelo azedo por meio de Correlograma de Pearson, revela uma forte correlação positiva entre parâmetros de crescimento, como altura e massa seca, e parâmetros de emergência, especialmente o índice de velocidade de emergência. Os resultados apontam que a rápida germinação, observada nos substratos utilizados no experimento, exceto no tratamento apenas com areia, proporciona benefícios significativos, conforme evidenciado pela análise de correlação.

Na análise de componentes principais (Figura 13b), os resultados da análise (PC-BIPLLOT) mostram que os dois primeiros componentes explicaram 90.3% da variação dos substratos em relação a morfometria da espécie, sobre as doses de microalga aos 120DAE. Considerando tanto a análise com a manutenção dos dados de morfometria das mudas de maracujá azedo e as doses e os substratos, percebeu-se que a maioria das variáveis estão fortemente relacionadas aos quadrantes Q1 e Q3 da Figura 6b, quando consideramos a organização dos quadrantes em forma Z sobre os eixos x e y.

Observado as características morfométricas das plantas em relação aos substratos e as doses, pode-se verificar a interação positiva do BSA para as características MFPA, MSPA e MSRAIZ, levando em consideração os mesmos substratos e as características morfométricas sobre as doses com maior correlação no Q1. Em relação ao substrato SAER pode ser observado a maior interação entre as características MFRAIZ e CR as doses avaliadas sobre os quadrantes Q2 e Q3 em relação as variáveis destrutivas das mudas de maracujá azedo. Para o substrato SAER apenas possuiu uma baixa interação sobre a AF e as doses de microalgas sobre a avaliação destrutivas das mudas avançadas de maracujá azedo.

Os valores mais expressivos na matéria seca da parte aérea (MSPA) estão diretamente relacionados aos nutrientes presentes na suspensão à base de *Chlorella* sp., os quais impulsionaram o desenvolvimento dessa parte da planta, resultando em um aumento notável na MSPA. Conforme apontado por Neumann et al. (2017), citocinina e auxina desempenham um papel essencial ao estimular tanto a divisão celular quanto o alongamento das células, contribuindo significativamente para o crescimento global da planta. Adicionalmente, os aminoácidos presentes na biomassa de microalgas podem promover efeitos bioestimulantes, beneficiando o crescimento das plantas, conforme indicado por Madruga et. al.,(2020) e Padrón e Guerrero (2020).

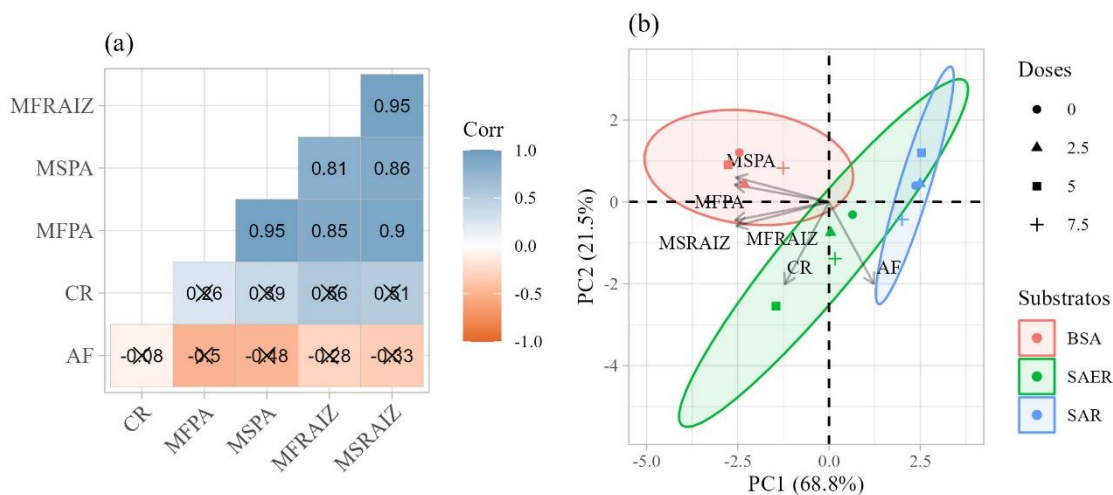


Figura 13. (a) Correlograma das características morfométricas (massa fresca de raiz - MFRAIZ, massa de seca raiz - MSRAIZ massa seca da parte área - MSPA, massa fresca da parte área - MFPA, comprimento de raiz - CR, área foliar - AF) e (b) diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial - BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e as dose de macroalgas (*Chlorella* sp.) avaliadas no estudo. O símbolo “X” (a) indica correlação não significativa ($P > 0,05$) e as elipses para os substratos (b) construídas com 95% de confiança.

A Tabela 5 apresenta o resultados dos ajustes da análise de diagnose nutricional foliar das mudas avançadas de maracujá azedo AG1- Embrapa aos 120DAE da produção das mudas, baseados nos modelos de regressão generalizados (GAMLSS) estão apresentados na Tabela 3, as variáveis isoladas apresentaram significâncias para os substratos sobre os teores de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn) e zinco (Zn). Os teores de K foram influenciados pelos substratos e doses de microalga isoladamente.

Tabela 5. Resultados do ajuste dos modelos GAMLSS às variáveis relacionadas ao conteúdo de nutrientes acumulados na parte aérea das mudas avançadas de maracujá amarelo azedo produzidas nos diferentes substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e as doses (0, 2.5, 5, 7.5 mL/L⁻¹) de macroalgas (*Chlorella* sp.).Dourado-MS,2024.

Variável	Teste F			SH	CV
	Substratos (S)	Doses (D)	S x D		
N	2,92	0,18	1,08	0,61	34,90%
P	22,59**	0,93	0,52	0,89	33,60%
K	36,63**	7,38**	0,81	0,99	15,34%
Ca	66,05**	0,72	1,60	0,27	27,54%
Mg	10,00**	0,42	0,94	0,22	33,85%
Cu	2,43	1,38	1,23	0,51	27,18%
Mn	173,76**	1,83	0,42	0,44	19,87%
Fe	0,70	0,72	0,88	0,33	4,74 %
Zn	27,51**	0,78	0,74	0,13	26,67%

** , significativo a 5% pelo teste F da análise de Deviance; SH, valor p do teste de Normalidade Shapiro-Wilk; CV, coeficiente de variação

Na Figura 14(a) pode-se verificar que o fósforo (P) para os substratos o BSA e SAER apresentou maior valores de médias, diferindo do SAR. O aumento do teor de fósforo pode estar relacionado ao aumento da área foliar e aumento da taxa fotossintéticas das plantas de

maracujá. O fósforo (P) desempenha um papel fundamental na molécula de adenosina trifosfato (ATP), que serve como a principal fonte de energia que impulsiona os processos vitais nas plantas. Sua presença é essencial em diversas reações bioquímicas, incluindo fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, ativação de enzimas e transporte de água nas células. e no desenvolvimento do sistema radicular das plantas (FAGAN et al., 2015; TAIZ et al., 2017).

Na Figura 14(b) observa-se que para o potássio (K) para o substrato SAER obteve maiores valores de médias em relação aos demais substratos, onde o BSA e SAR não se ajustaram para médias do teor de potássio nas mudas. Para o cálcio (Ca) em relação aos substratos, Figura 14(c), de acordo com o teste de comparação múltipla das medias pode-se identificar que a maior concentração de Ca no SAER, e para os substratos BSA e SAR não houve diferença significativa. Com relação aos teores de Mg (Figura 14d) as mudas em BSA e SAR não diferenciaram entre si obtendo maiores valores. Teodoro et al. (2021), ao analisar o uso de resíduo de pescado na confecção de composto orgânico para a produção de mudas, identificaram resultados promissores. Em grande parte, esses resultados mostraram-se superiores aos obtidos com o composto de bagana de carnaúba. Destaca-se um aumento significativo nos valores de nitrogênio (N) em 27%, potássio (K) em 480%, e fósforo (P) em valores surpreendentes de 1.328%.

Para a análise química foliar das mudas (Figura 14e), as mudas no substrato SAR apresentou os maiores teores de Mn quando comparado aos substratos BSA e SAER. Os maiores teores de Zn ocorreram nas mudas produzidas em BSA e SAER (Figura 14f).

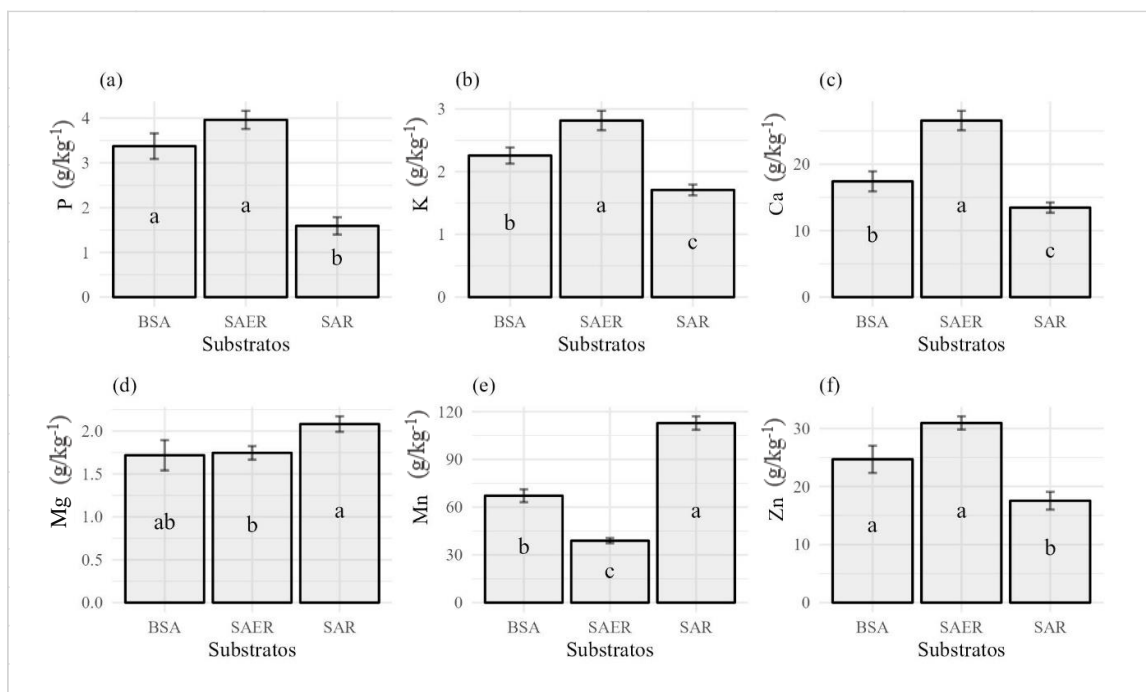


Figura 14. Teste de comparação múltipla entre os níveis de substrato (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e a análise química nutricional das folhas das mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa aos 120 DAE. Dourados-MS, 2024. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si para substratos pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na Figura 15 é apresentado os resultados do desdobramento da interação entre substratos e doses quando avaliado o nutriente potássio (K) sobre a análise química foliar das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, a dose 0mL/L^{-1} proporcionou um aumento $2,01\text{ g/kg}^{-1}$ da concentração do nutriente, em contrapartida a dose de microalgas de $2,5\text{mL/L}^{-1}$ proporcionou um aumento de $2,17\text{ g/kg}^{-1}$, ao analisar a dose de 5mL/L^{-1} as microalgas proporcionaram uma concentração de $2,33\text{ g/kg}^{-1}$ de potássio nas mudas, já a dose de 7,5 do produto proporcionou a maior concentração de potássio sobre a área foliar das plantas de $5,25\text{ g/kg}^{-1}$.

O esterco bovino em misturas com solo durante o processo de curtição pode obter bactérias que além de serem fixadoras de N_2 , e podem promover uma maior agregação do solo através de polissacarídeos produzidos por elas, favorecendo maior concentração dos nutrientes e liberação para as plantas, e isto pode ter contribuído com o bom desenvolvimento das mudas avançadas. Os resultados até aqui também indicam que o produto comercial à base de extrato de microalgas *Chlorella* sp. pode promover o crescimento vegetativo. Bumandalai et. al. (2019) apuraram resultados semelhantes quanto ao crescimento vegetativo do tomateiro e pepino utilizando-se uma solução aquosa de microalgas *Chlorella* sp. favoreceram maior incremento sobre constituições nutrientes essenciais (nitrogênio, fósforo e potássio) para o crescimento das plantas.

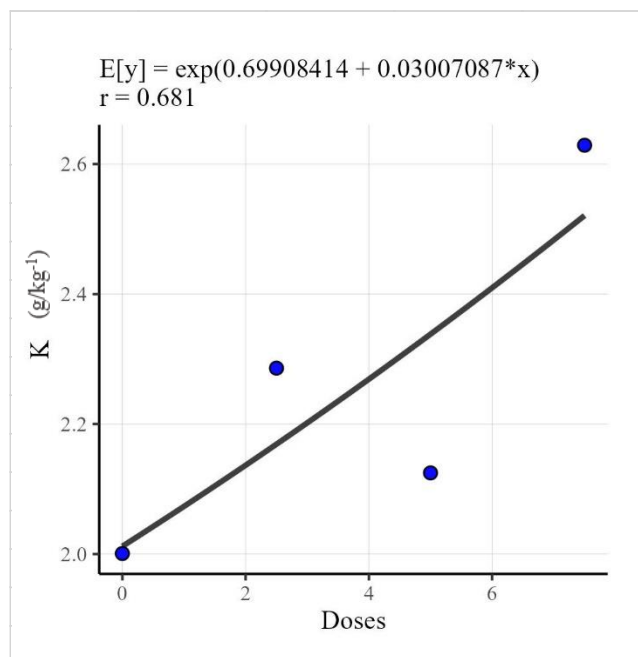
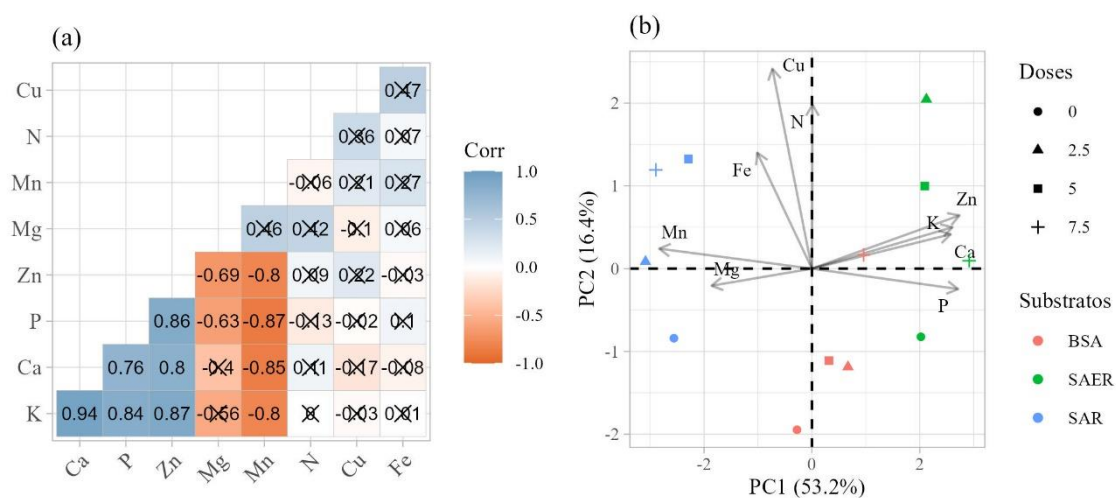


Figura 15. Ajuste da regressão da análise foliar de Potássio (K) em função das doses de microalga *Chlorella* sp., sobre as mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa, Dourados-MS, 2024.

Foram investigados também o comportamento dos macronutrientes e micronutrientes, com as doses de extrato de microalgas e os substratos BSA, SAER e SAR. Na Figura 16(a) são considerados os oitos caracteres (Cu, N, Mn, Mg, Zn, P, Ca, K), avaliados via matriz de correlação, em que é possível verificar K, Ca, P, Zn com correlação positiva com os nutrientes Ca, P, Zn com correlação positiva, acima de 0.5 do grau de correlação para os nutrientes avaliados, observa-se também que os mesmos nutrientes tiveram uma correlação de significância positiva inferior a 0.0 com Mg e Mn. Segundo Schreiber et. al. (2018), as microalgas são consideradas um fertilizante orgânico, tendo o potencial de prevenir perdas de nutrientes através de uma libertação gradual de N, P e K, além disso, as microalgas são capazes de recuperar N e P presentes em águas residuais, concentrando esses nutrientes em sua biomassa.

Através da análise biplot (doses de microalgas e substratos BSA, SAER e SAR) observou-se percentual de magnitude de significância de 69.6%. No Q1 ocorreu a maior interação com os nutrientes Mn, Fe, N, Cu em relação das 2.5, 5, 7.5 mL/L-1 sobre o substrato SAR. O quadrante Q2 ocorre a interação entre os nutrientes Zn, K, Ca sobre as doses 2.5, 5, 7.5 mL/L-1 sobre o substrato SAER e a interação sobre a dose 7.5 mL/L-1 com o substrato BSA (Figura 16b). O Q3 apenas pode ser observado a interação entre Mg e a dose

0 mL/L-1 para os substratos SAR e BSA. Em efeito o Q4 apresenta uma relação sobre o P sobre a doses de microalgas, a dose 0 mL/L-1 para o substrato SAER apresenta resultados significativo e sobre as doses 2.5 e 5 mL/L-1 das microalgas para o substrato BSA obtendo as mesmas respostas sobre os teores nas mudas avançadas. Megegatti et. al. (2017) destaca que essas abordagens estatísticas não apenas facilitam a seleção de descritores representativos em uma análise dos componentes principais como as sua correlação com todas as variáveis analisadas.



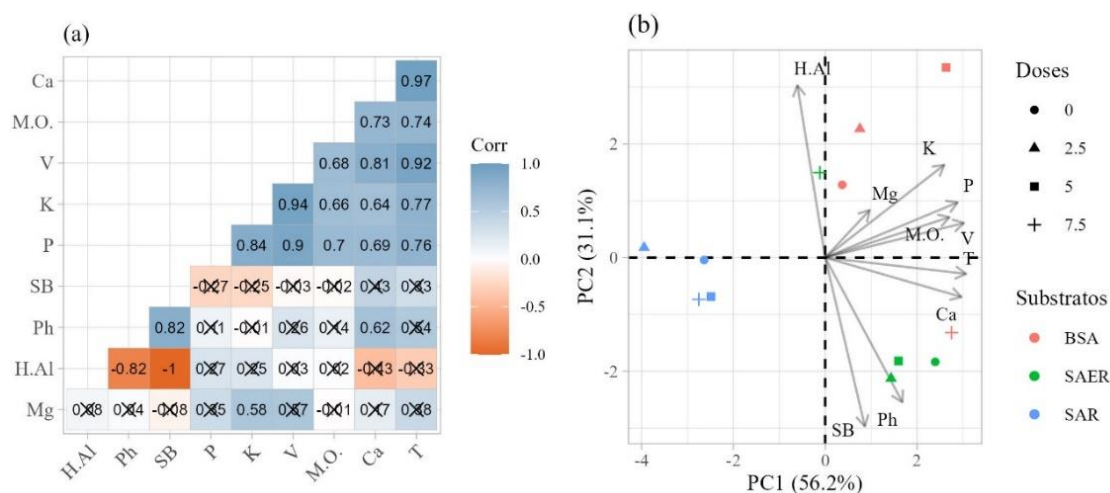
**O símbolo "X" indica correlação não significativa ($P > 0,05$).

Figura 16. (a) Correlograma das características da diagnose nutricional foliar para fósforo (P), cálcio (Ca), nitrogênio (N), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), e potássio (K), e diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot (b) sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) e as dose de microalgas (*Chlorella* sp.), sobre as mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa, Dourados-MS,2024.

A análise química final dos substratos está apresentada na Figura 17a, e é possível verificar correlação positiva para característica a capacidade de troca de cátions, matéria orgânica, bem como o Ca com o pH e a soma de base, além do P, K, V, e a M.O, apresentaram forte correlação com todas as características citadas através da análise como era esperado. Para a análise biplot (Figura 17b), no Q1, identificamos correlação entre as doses 2,5 mL/L-1 sobre o substrato SAR e 7,5mL/L-1 sobre o substrato SAER e a interação da característica H.A avaliada. Já em relação ao Q2 é possível verificar alta correlação entre as doses 0, 2,5,

e 5 mL/L-1 sobre as características K, Mg, P, M.O, V sobre a biplot em relação ao substrato BSA.

No Q3 observando apenas a interação entre as doses 0, 5, 7.5 mL/L-1 sobre o substrato SAR. O Q4 o substrato nas doses 0, 2.5 e 5 mL/L-1 sobre o substrato SAER e a dose 7.5 mL/L-1 do BSA com maiores correlações com as características CTC, Ca, pH e S. construindo uma biplot com cerca de 87,3% de significância sobre as características dose, substrato e análise química dos substratos. Salviano et al. (2023) ao avaliar plantas de cobertura e suas fitomassas, observou que dois componentes principais, CP1 e CP2, foram responsáveis por explicar conjuntamente 75,89% da variância nos dados relacionados às características avaliadas. As variáveis de maior peso dentro do CP1, incluindo acúmulos de fitomassa seca, nutrientes (C, N, P, K, Ca e Mg), teores de P e Ca, e a relação C:P sobre as plantas, indicando a relevância desses fatores na análise biplot.



**O símbolo "X" indica correlação não significativa ($P > 0,05$)

Figura 17. Correlograma das características da diagnose nutricional foliar para fósforo (P), cálcio (Ca), nitrogênio (N), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), e potássio (K), e diagrama de ordenação resultante da aplicação da análise biplot (b) sobre as médias das características morfométricas, substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR) e as dose de microalgas (*Chlorella* sp.), sobre as mudas avançadas de maracujá azedo gigante amarelo AG1-Embrapa, Dourados-MS,2024.

Na análise do índice de qualidade de Dickson-IQD das mudas avançadas é possível verificar interação entre dose x substrato ao longo dos 120 DAE das avaliações do experimento (Tabela 6), para a dose 0mL/L⁻¹ o substrato SAR e BSA obteve maior

significância em relação a dose, no entanto o substrato SAER foi considerado o de menor significância. Em relação a dose 2,5 e 5,0 mL L⁻¹ para os substratos, e não diferiram entre si, obtendo maiores significâncias. No entanto a dose 7,5mL L⁻¹ o substrato SAR obteve maior significância em relação aos demais substratos.

Tabela 6. Ajuste da interação entre substratos (substrato comercial - BSA, substrato + esterco ruminal - SAER, solo + areia - SAR) dentro de cada dose de extrato de microalga (*Chlorella* sp.) sobre a análise do índice de qualidade de Dickson-IQD sobre as mudas avançadas de maracujá azedo AG1- Embrapa, Dourados-MS,2024.

Doses microalga	SAR	SAER	BSA
0	1.37 B a	1.43 B b	2.80A a
2,5	1.25 C a	1.75 B ab	2.78 A ab
5	1.31 B a	2.13 A a	2.34 A ab
7,5	1.46 B a	1.84 AB ab	2.29 A b

**Médias com as mesmas letras minúsculas entre as doses dentro de cada substratos não diferem significativamente entre si e médias com as mesmas letras maiúsculas entre os cada substratos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).

Na Figura 18(a), são apresentadas as médias do desempenho das mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, considerando diferentes tipos de substratos e avaliando o desenvolvimento das plantas por meio do Índice Dickson (IQD) aos 120 dias após o plantio. O substrato BSA demonstrou o melhor desempenho no crescimento das plantas, evidenciado por uma significância de viabilidade em relação ao substrato SAER . Entretanto, o substrato SAR também exibiu valores significativos em comparação com os demais, sendo considerado viável. Essa observação sugere que as fitomassas adquiridas estão em consonância com o porte das plantas cultivadas neste substrato.

Destaca-se que um maior IQD está associado a uma melhor qualidade da muda, sendo essencial para estimar o crescimento e desenvolvimento em condições definitivas. No entanto, vale ressaltar que a aplicação do IQD enfrenta limitações, especialmente devido à necessidade de destruição das mudas para obtenção de biomassa seca, o que pode resultar em aumentos nos custos de produção e ser impraticável para fruticultores que produzem suas próprias mudas.

Para a interação entre as doses e os substratos, o IQD sobre a produção das mudas, observou-se que para a dose 0 mL/L-1, o substrato com maior significância foi o BSA, o

mesmo substrato na dose de 2,55 mL/L-1 obteve melhor desempenho pelo IQD (Figura 18b), o substrato SAER na dose de 3,87 mL/L-1 obteve os melhores resultados entre a interação obtida pelo IQD. O maior IQD indica a qualidade das mudas ideais para serem transplantadas, refletindo no melhor estabelecimento e desempenho agrônômico (PELLOSO; FARIAS; DE PAIVA, 2020), considerando a altura de plantas, diâmetro do caule e fitomassa da parte aérea e raiz.

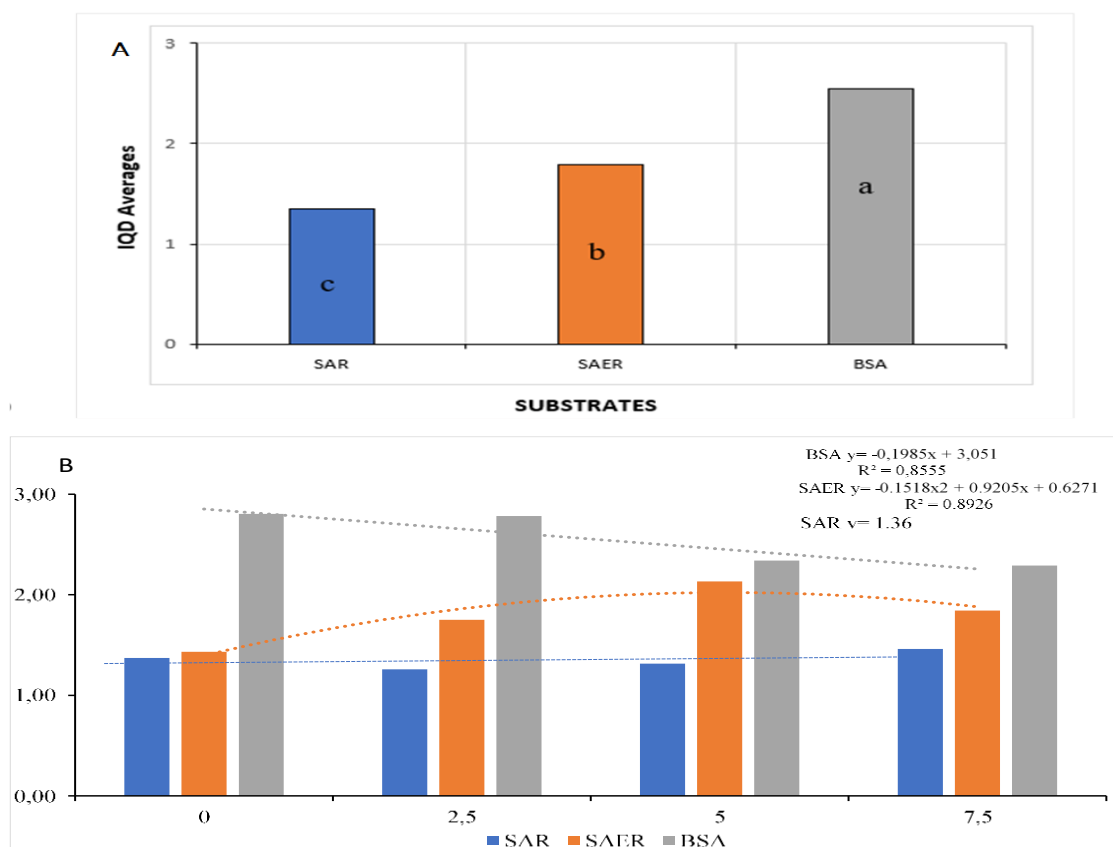


Figura 18. Índice de qualidade (IQD) de mudas avançadas de maracujazeiro com diferentes substratos (substrato comercial-BSA, substrato + esterco ruminal-SAER, solo + areia - SAR). (a) médias entre os níveis de substratos e (B) ajuste de regressão entre substratos e doses de *Chlorella* sp. Dourados-MS, 2024.

CONCLUSÃO

- O emprego das concentrações de 2,5 e 5 mL/L-1 de biomassa de *Chlorella* sp. aplicada no solo estimulam o crescimento e acúmulo de fitomassa nas mudas avançadas de maracujá azedo.
- Os substratos com adição das doses *Chlorella* sp. proporcionaram um maior desenvolvimento das mudas avançadas de maracujazeiro, quando comparados com o substrato composto apenas por solo e areia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, N.R. Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 20-33, 2017. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i1.49914>

ALOBWEDE, E.; LEAKE, J. R.; PANDHAL, J. Circular economy fertilization: Testing micro and macro algal species as soil improvers and nutrient sources for crop production in greenhouse and field conditions. **Geoderma**, v.334, p. 113123, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.049>

AVELINO, N. R. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas: Biomass allocation and growth indicators for quality evaluation of seedlings of native forest species. **Ciencia Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1733-1751, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509843229>

AZEVEDO, J. M. A. Mudas agroecológica de maracujá-amarelo utilizando manipueira, urina de vaca e biofertilizante de amendoim forrageiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p.35521-35536, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-187>

BARONE, V. Root morphological and molecular responses induced by microalgae extracts in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). **Journal of Applied Phycology**, v. 30, p. 1061-1071, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1283-3>

BUMANDALAI, O. Effect of *Chlorella* vulgaris as a biofertilizer on germination of tomato and cucumber seeds. **International Journal of Aquatic Biology**, v. 7, n. 2, p. 95-99, 2019. <https://doi.org/10.22034/ijab.v7i2.582>

CABRAL, R. G. EFEITOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MARACUJÁ. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 9, n. 2, p. 5-5, 2023. <https://doi.org/10.36725/agries.v9i2.8625>

CAVICHIOLO, J. C. Desempenho vegetativo e produtivo de maracujazeiro-amarelo com diferentes tipos de condução dos ramos secundários. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 17, n. 2, p. 66-70, 2019. <https://doi.org/10.5327/rcaa.v17i2.3454>

CHANDA, M., Benhima, R., Elmernissi, N., Kasmi, Y., Karim, L., Sbabou, L., Youssef, Z. & El Aroussi, H. Screening of microalgae liquid extracts for their bio stimulant properties on plant growth, nutrient uptake and metabolite profile of *Solanum lycopersicum* L. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 2820, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59840-4>

COPPENS, J.; GRUNERT, O.; HENDE, S. V. D.; VANHOUTTE, I.; BOON, N.; HAESAERT, G.; GELDER, L. D. The use of microalgae as a highvalue organic slowrelease fertilizer results in tomatoes with increased carotenoid and sugar levels. *Journal of Applied Phycology*, v.28, p. 23672377, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0775-2>

COSTA, F. M. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes composições de substrato e ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 138-146, 2018. <https://doi.org/10.19084/RCA17230>

DA SILVA, L. P. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2019. p. 104-115. <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2823>

FAGAN, E. B. Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral. 2016.

FALEIRO, F.G. **Banco de germoplasma de Passiflora L. ‘Flor da Paixão’ no Portal Alelo Recursos Genéticos**. Brasília-DF: Embrapa. p. 86, 2019. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1111239. Acesso em: 28 de nov. 2023.

FONSECA, E. F. Uso potencial da casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L) Speg. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 4, n. 4, p. 32-40, 2017.

GUEDES, W. A. Production of papaya seedlings using *Spirulina platensis* as a biostimulant applied on leaf and root. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2018.

GONZÁLEZ-PÉREZ R.; VALDEZ-CALDERÓN, A.; GAYOSSOMORALES, M. Microalgae as biostimulantes: a new approach in agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.38, n.4, 2022. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-021-03192-2>

HAJNALJAFARI, T.; SEMAN, V.; STAMENOV, D.; DURIC, S. Effect of *Chlorellavulgaris* on Growth and Photosynthetic Pigment Content in Swiss Chard (*Beta*

vulgaris L. subsp. cicla). **Polish Journal of Microbiology**, v.69, n.2, p. 235238, 2020. <https://dx.doi.org/10.33073%2Fpjm2020023>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção brasileira de maracujá, 2021**. Disponível em: b1_maracuja.xls (Embrapa.br). Acesso em: 28 nov. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de maracujá no Mato Grosso do Sul, 2021**. Disponível em: Produção de Maracujá no Pará | IBGE. Acesso em: 03 dez. 2022.

JÚNIOR, W. A. R. Substratos na produção inicial de mudas de *Carica papaya* L e *Passiflora edulis* Sims Substrates in the initial production of seedlings OF *Carica papaya* L and *Passiflora edulis* Sims. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 76775-76789, 2021.

Kassambara A, M. F. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses_. R package version 1.0.7. 2020 <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>.

LARA, G. B.; MÓGOR, A.; AMATUSSI, J. O.; CORDEIRO, E. C. N.; MARQUES, H. M. C.; MÓGOR, G. Microalga improve the growth, yield, and contents of sugar, amino acid, and protein of tomato. *Ciência e Agrotecnologia*, 46: e023821. 2022.

Lenth R. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.4-1, 2023. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.

LIMA, J. F.; QUEIROZ, A. J. M.; DE FIGUEIRÊDO, R. M. F.; DE SOUZA, W. R.; DEBONSI, H. M.; DOS SANTOS, V. F.; DANTAS, A. M. N.; ARAÚJO, R. H. C. R. Utilization of *Chlorella* sp. as biostimulant in the germination of melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Journal of Agricultural Studies**, v.8, n.2, p. 2166-0379, 2020.

LIMA, D. C.; MENDES, N. V. B.; CORRÊA, M. C. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; QUEIROZ, R. F.; NATALE, W. Growth and nutrient accumulation in the aerial parte of red pitaya (*Hylocereus* sp). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019030>

MACHADO, L. P. Biostimulant effect of seaweed extracts applied on beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Cultura Agrônômica**, v. 27, n. 1, p. 101-110, 2018.

MADRUGA, Y. P.; PADRÓN, I. L.; GUERRERO, Y. R. Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. **Cultivos Tropicales**, v.41, n.2, 2020.

MENEGATTI, R. D. Divergência genética entre procedências de *Mimosa scabrella* Benth. com base em análise de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 12, n. 3, p. 366-371, 2017. <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i3a5449>

NEUMANN, E. R. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.490-498, 2017

DE OLIVEIRA, J. R. et. al. Produção de mudas de aceroleira com miniestacas tratadas com ácido indolbutírico e extrato de tiririca. **Scientia Plena**, v. 19, n. 10, 2023. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.100202>

OZA, E. F. Aproveitamento de escória de siderurgia em substratos alternativos para produção de mudas de pimenteira Dedo-de-moça. **Revista Ceres**, v. 65, p. 104-109, 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865010014>

PELLOSO, M. F.; FARIAS, B. G. A. C.; DE PAIVA, A. S. Produção de mudas de meloeiro em substrato a base de ramas de mandioca submetido a períodos de compostagem. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n.1, p. 87100, 2020.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/R> by R.A. and Stasinopoulos D.M. (2005). Generalized additive models for location, scale and shape, (with discussion), *Appl. Statist.*, 54, part 3, pp 507-554.

RAZAQ M, ZHANG P, SHEN H, SALAHUDDIN. Influence of Nitrogen and Phosphorous on the Growth and Root Morphology of *Acer mono*. **PLoS ONE**, v.12, n.2, 2017.

ROCHA, M.; PEREIRA, P.; MELO, P. Cianobactérias e Microalgas: Organismos Promissores para a Agricultura e para a Reabilitação dos Solos. Porto, Portugal: Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. 2021

SALVIANO, A. M.; LIMA, A. M. N.; RAFAEL, M. R. S.; CUNHA, J. C.; SILVA, P. G. Plantas de cobertura em ambiente semiárido: produção de biomassa, adição de Carbono e de nutrientes ao solo. **DELLOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 16, n. 43, p. 835-852, 2023.

SANTOS, R. P.; COSTA, A. L.; PEDROSO, L. D.; TRAVESSAS, A. O.; VESTENA, S. Effect of sewage sludge on the production and nutrition of red angico (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) seedlings. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO**, [S. 1.], v. 7, p. e08, 2019. DOI: 10.5902/2316980X36959. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/enflo/article/view/36959>. Acesso em: 23 feb. 2024.

SANTOS, P.L.F.; SILVA, O.N.M.; PAIXÃO, A.P.; CASTILHO, R.M.M. Germinação e desenvolvimento de mudas do tomateiro cereja em diferentes substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, p.41-45, 2017.

DA SILVA, W.V.; COSTA, A. C.; DA SILVA, V. L. Substratos na produção de mudas de cultivares de maracujazeiro azedo. **Revista Cultivando o saber**, v. 12, n. 1, p. 11-23, 2019.

SCHREIBER, C.; SCHIEDUNG, H.; HARRISON, L. Evaluating potential of green alga *Chlorella vulgaris* to accumulate phosphorus and to fertilize nutrient-poor soil substrates for crop plants. *Journal of applied phycology*, v. 30, p. 2827-2836, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, v.6, p.858, 2017.

TEODORO, M. S.; PEREIRA, A. M. L. Aproveitamento de resíduos de pescado na confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, p. 441-449, 2021.

VIEIRA, L. A.; CARVALHO, V. S. A.; PIMENTEL, V. S.; MOREIRA, E. M.; VIEIRA, A. C.; SILVA, F. R. S.; RIBEIRO, J. M. R. Avaliação do desenvolvimento de cultivares de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) em diferentes substratos. **Ciências agrárias: estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 4. Ponta Grossa: Atena**, cap. 3, p. 29-46, 2023. <https://doi.org/10.22533/at.ed.3972321033>

Wickham, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>.

CONCLUSÕES FINAIS

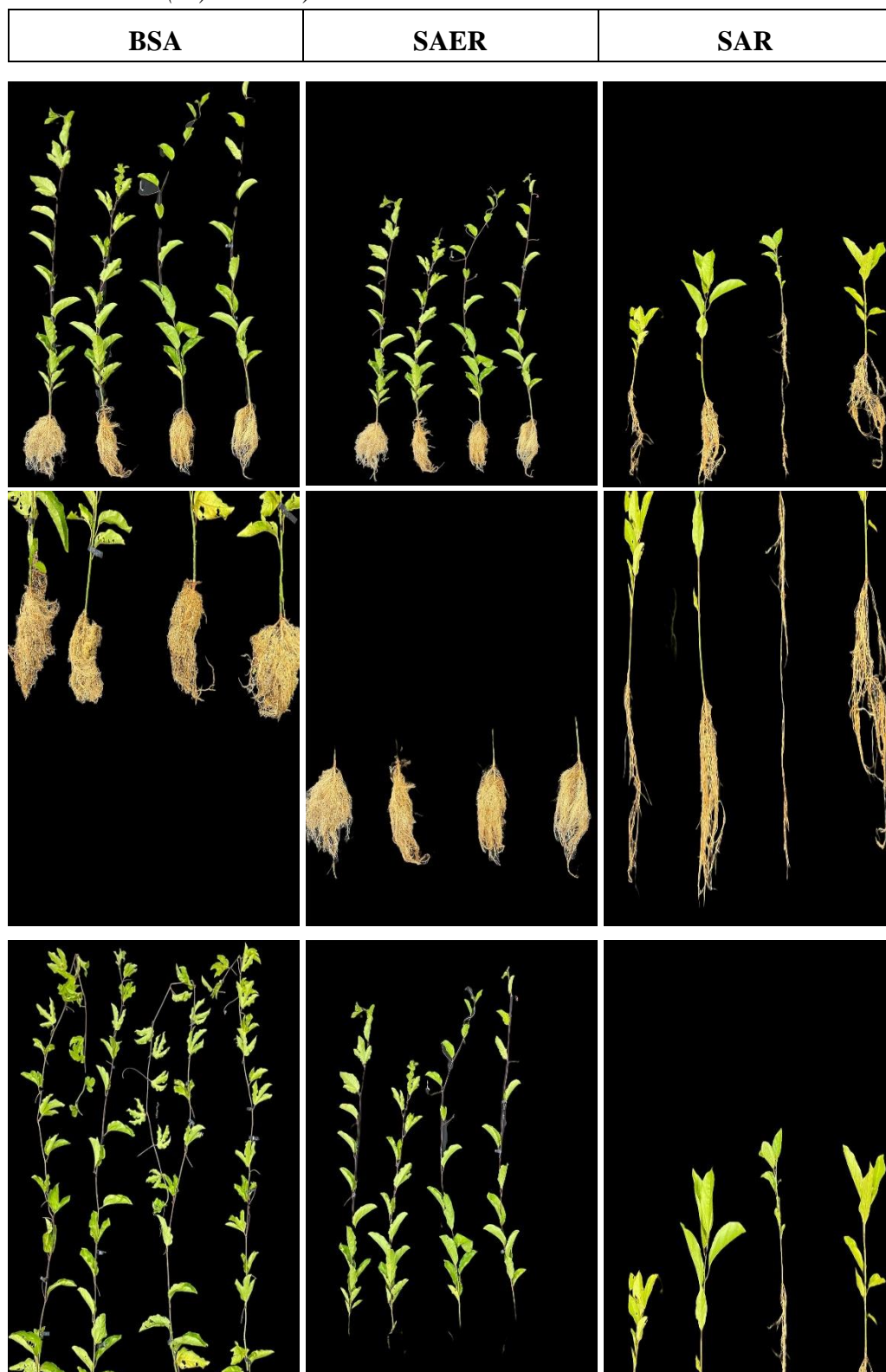
Esse trabalho trouxe contribuições significativas para a produção de mudas altas de maracujá azedo. Ao avaliar diferentes substratos e doses de bioestimulantes à base de extrato de macroalgas *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. e microalga *Chlorella* sp., identificou-se que os substratos influenciam mais do que as doses de extrato de macroalga no desenvolvimento das mudas. No segundo experimento, a aplicação de concentrações específicas (2,5 e 5 mL L⁻¹) de biomassa de *Chlorella* sp. no solo estimulou o crescimento e o acúmulo de fitomassa nas mudas avançadas de maracujá azedo.

Com base nas respostas obtidas, algumas informações fitotécnicas valiosas podem ser fornecidas aos produtores de maracujá azedo: escolha adequada de substratos, pois os substratos específicos, como BSA e SAER, demonstraram resultados positivos no crescimento e qualidade das mudas avançadas ao longo do tempo; a aplicação de bioestimulantes à base de extrato de microalga *Chlorella* sp., em concentrações de 2,5 e 5 mL/L-1, mostrou-se eficaz no estímulo do crescimento e acúmulo de fitomassa nas mudas avançadas, e o acompanhamento regular dos indicadores de qualidade (parte aérea e raiz) e análises químicas (foliar e solo) é essencial para avaliar o desempenho das mudas e ajustar práticas de manejo conforme necessário.

Os tratamentos aplicados nos experimentos contribuíram positivamente para a aceleração do processo de desenvolvimento das mudas avançadas de maracujá azedo.

APENDICE I

Parte aérea e sistema radicular de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, produzidas aos longo de 120DAE com os substratos (A) comercial-BSA, (B) substrato + esterco ruminal -SAER, (C) solo + areia – SAR, em diferentes doses de macroalgas (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis).



APENDICE II

Parte aérea e sistema radicular de mudas avançadas de maracujá azedo AG1-Embrapa, produzidas aos longo 120 DAE com os substratos (A) comercial-BSA, (B) substrato + esterco ruminal -SAER, (C) solo + areia – SAR, em diferentes doses de microalgas (*Chorella* sp.).

