

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

DOUGLAS ALVAREZ ALAMINO

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS DE SEMENTES E MUDAS DE
JABUTICABEIRA-AÇU TRATADAS COM TERRA DE DIATOMÁCEA OU PROLINA
E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.**

TESE DE DOUTORADO

PATO BRANCO

2022

DOUGLAS ALVAREZ ALAMINO

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS DE SEMENTES E MUDAS DE
JABUTICABEIRA-AÇU TRATADAS COM TERRA DE DIATOMÁCEA OU PROLINA
E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.**

**Ecophysiological responses of jabuticabeira-açu seeds and seedlings treated
with diatomaceous earth or proline and submitted to salt stress levels**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal – Linha de Pesquisa: Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. Américo Wagner Junior.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco**



DOUGLAS ALVAREZ ALAMINO

RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS DE SEMENTES E MUDAS DE JABUTICABEIRA-AÇU TRATADAS COM TERRA DE DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Produção Vegetal.

Data de aprovação: 20 de Dezembro de 2021

Prof Americo Wagner Junior, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Anelise Tessari Perboni, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Geraldo Luiz Chavarria Lamas Junior, Doutorado - Universidade de Passo Fundo (Upf)

Prof.a Marisa De Cacia Oliveira, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Valmor Joao Bianchi, Doutorado - Universidade Federal de Pelotas (Ufpel)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 20/12/2021.

A minha mãe Valquíria, aos meus irmãos Carlos Eduardo e Tamires,
as minhas sobrinhas, Beatriz, Maria Vitória e Laura,
por todo o amor, paciência, compreensão e apoio.

DEDICO

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, sem o qual nada disso seria possível.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Américo Wagner Junior, pesquisador excepcional, comprometido e minha inspiração profissional, por ter acreditado e confiado inteiramente em meu trabalho e potencial, pela amizade, parceria, dedicação e disponibilidade a qualquer hora para debater idéias e solucionar problemas que foram surgindo ao longo do trabalho. Por se fazer presente em todos os momentos, desde a concepção da ideia inicial, desenvolvimento, até o fechamento da Tese.

Aos grandes amigo(a)s, Isadora, Paula, Cristian, Camila, Claudia e Professor Dr. Lucas, os quais o doutorado me presenteou e hoje considero como parte da minha família. Obrigado por estarem, e sempre se fazerem presentes em todos os momentos, fossem eles de trabalho árduo, virando madrugadas a dentro no laboratório, na forma de uma palavra amiga, um mate, ou um abraço nas horas mais difíceis e de incertezas, principalmente nestes últimos anos atípicos. Com vocês esta jornada se tornou muito mais leve, cheia de sorrisos, música, momentos e histórias inesquecíveis, os quais ultrapassam as barreiras da Universidade. Saibam que onde eu estiver sempre levarei vocês comigo.

Aos meus grandes amigos Fábio e Daniel, os quais acompanharam toda minha trajetória até aqui, sempre se fazendo presentes, me incentivando e apoiando em todas as horas. Saibam que vocês foram, e são de uma importância ímpar, em minha vida.

A toda minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos, por não medirem esforços, e por sempre acreditarem em meu potencial.

Aos técnicos Juliano e Maira, por sempre estarem disponíveis a atenderem prontamente as todas as necessidades, não medindo esforços para tal, assim como aos demais colegas do laboratório.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e todo o seu corpo docente, pela oportunidade de realizar mais esta etapa acadêmica, e por compartilharem seus conhecimentos com todos e difundirem ciência.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o doutorado.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram e torceram para a concretização de mais esta etapa.

“Grandes realizações são possíveis quando se dá importância a pequenos começos”

Lao-Tsé

RESUMO

ALAMINO, Douglas Alvarez. Respostas ecofisiológicas de sementes e mudas de jabuticabeira-açu tratadas com terra de diatomáceas ou prolina e submetidas a níveis de estresse salino. 358 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal, Linha de pesquisa: Horticultura), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2022.

Mudanças nos padrões de exploração do solo, dos regimes pluviométricos e utilização de águas de irrigação de baixa qualidade tem sido responsáveis pelo aumento de áreas sujeitas a processos de salinização. Compreender como as espécies nativas respondem a tais pressões têm se tornado cada vez mais importante. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as respostas ecofisiológicas de sementes e mudas de jabuticabeira (*Plinia cauliflora*. DC.) Kausel, tratadas com terra de diatomácea ou prolina e submetidas a níveis de estresse salino. Para tanto os ensaios foram realizados em duas etapas, onde, na primeira foi avaliado, por meio de testes de germinação, a partir de sementes extraídas de frutos maduros, em ambiente controlado, a retomada dos processos metabólicos de sementes tratadas com terra diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹) ou prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g L⁻¹) e submetidas a níveis de salinidade (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). O estabelecimento e desenvolvimento de plântulas oriundas da germinação, também foram avaliados. A segunda etapa constou do acompanhamento do desenvolvimento, consumo hídrico, diagnose visual e teor de nutrientes foliares, morfo anatomia de estruturas vegetativas e sobrevivência da microbiota bacteriana. Para tanto mudas foram conduzidas em dois sistemas de cultivo, sendo o primeiro com lisímetros de drenagem, construídos por baldes de 5 litros, preenchidos com solo, acoplados a recipientes de coleta de água na base de cada sistema. O segundo sistema foi o hidropônico por capilaridade, construído por garrafas pet, utilizando vermiculita como substrato e malha de algodão como agente transportador das soluções. Em ambos os casos foi utilizado os mesmos tratamento e níveis de salinidade descritos no processo de germinação. Também foram realizados o isolamento e descrição morfológica das bactérias presentes no solo e na água de lixiviação do processo de lisimetria, ao término dos ensaios (aos 90 dias). A partir dos dados coletados foi possível verificar redução da porcentagem de germinação, IVG, VMG e aumento do TMG, tanto em sementes tratadas e no controle. As plântulas não apresentaram alterações morfológicas. Em mudas o aumento dos níveis de salinidade afetou negativamente todos os parâmetros avaliados, reduzindo altura da copa e total, diâmetro do caule e do colo, número de brotações novas e folhas, comprimento e densidade radicular, índice de tolerância a salinidade e de qualidade de Dickson, massa da matéria fresca e seca do caule, folhas, raízes e total, além dos aspectos nutricionais e morfoanatômicos. O tratamento terra de diatomácea ou prolina proporcionaram discreta melhora nas variáveis de crescimento, com melhores resultados sendo encontrado com a utilização de 3,0 e 0,3 g kg de substrato⁻¹, respectivamente. A microbiota bacteriana manteve-se inalterada. Concluiu-se que o aumento da salinidade gera efeitos negativos e que o tratamento terra de diatomácea foi mais eficiente em minimizar os efeitos do estresse salino do que a prolina em mudas de jabuticabeira.

Palavras-chave: *Plinia cauliflora*, Lisimetria de drenagem. Morfo-anatomia vegetal. Nutrição mineral. Microbiota bacteriana.

ABSTRACT

ALAMINO, Douglas Alvarez. Ecophysiological responses of jabuticabeira-açu seeds and seedlings treated with diatomaceous earth or proline and submitted to salt stress levels. 358 f. Thesis (Doctorate in Agronomy) - Postgraduate Program in Agronomy (Area of Concentration: Plant production, Research line: Horticulture), Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2022.

Changes in soil exploitation patterns, rainfall regimes and use of low-quality irrigation water have been responsible for the increase in areas subject to salinization processes. Understanding how native species respond to such pressures has become increasingly important. Thus, the present study aimed to evaluate the ecophysiological responses of seeds and seedlings of jabuticabeira (*Plinia cauliflora*. DC.) Kausel, treated with diatomaceous earth or proline and subjected to saline stress levels. For that, the tests were carried out in two stages, where, in the first, it was evaluated, through germination tests, from seeds extracted from ripe fruits, in a controlled environment, the resumption of the metabolic processes of seeds treated with diatomaceous earth (0 ; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0; 5.0 g L⁻¹) or proline (0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5 g L⁻¹) and subjected to salinity levels (0; 2.0; 4.0; 6.0; 8.0 and 10.0 dS m⁻¹). The establishment and development of seedlings from germination were also evaluated. The second stage consisted of monitoring the development, water consumption, visual diagnosis and leaf nutrient content, morphoanatomy of vegetative structures and survival of bacterial microbiota. For that, seedlings were conducted in two cultivation systems, the first with drainage lysimeters, built by 5-liter buckets, filled with soil, coupled to water collection containers at the base of each system. The second system was the capillary hydroponic system, built using PET bottles, using vermiculite as a substrate and cotton mesh as a carrier agent for the solutions. In both cases, the same treatment and salinity levels described in the germination process were used. The isolation and morphological description of the bacteria present in the soil and in the leaching water of the lysimetry process were also carried out at the end of the tests (at 90 days). From the data collected, it was possible to verify a reduction in the percentage of germination, IVG, VMG and an increase in TMG, both in seeds with treatment and control. The seedlings showed no morphological changes. In seedlings, the increase in salinity levels negatively affected all evaluated parameters, reducing crown and total height, stem and neck diameter, number of new shoots and leaves, root length and density, salinity tolerance index and quality of seedlings. Dickson, fresh and dry mass of stem, leaves, roots and total, in addition to nutritional and morphoanatomical aspects. The diatomaceous earth or proline treatment provided a slight improvement in the growth variables, with better results being found with the use of 3.0 and 0.3 g kg of substrate⁻¹, respectively. The bacterial microbiota remained unchanged. It was concluded that the increase in salinity generates negative effects and that the diatomaceous earth treatment was more efficient in minimizing the effects of saline stress than proline in jabuticabeira seedlings.

Keywords: *Plinia cauliflora*, Drainage lysimetry. Plant morpho-anatomy. Mineral nutrition. Bacterial microbiota.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Características morfológicas de *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2022. (Fonte: Douglas Alvarez Alamino).....40
- Figura 2** – Efeitos adversos do estresse salino sobre plantas. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2022. (Fonte: Adaptada de Acosta-Moto et al., 2017; Evelin et al., 2019).....43
- Figura 3** - Escala temporal de resposta a salinidade, demonstrando os efeitos osmóticos (plantas tolerantes ao sal) e adicionais (plantas sensíveis ao sal) (adaptada de MUNNS, 2002). UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....47
- Figura 4** - (A) Frutos de jabuticabeira coletados; (B e C) extração manual de sementes e separação destas da polpa; (C, D e E) Sementes extraídas e dispostas para secagem; (F) Pré-tratamento das sementes com terra diatomácea (fonte de silício) ou prolina por 24h; (G) Sementes pré-tratadas dispostas em gerbox para germinação; (H) Armazenamento das gerbox em câmara de crescimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....70
- Figura 5** - (A) Montagem dos lisímetros de drenagem; (B) Lisímetros em funcionamento dentro da casa de vegetação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....74
- Figura 6** – Tratamento com (A) terra diatomácea e (B) prolina em mudas de jabuticabeira. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....75
- Figura 7** - Amostras de solos submetidas a análise de condutividade elétrica. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....79
- Figura 8** - (A) diluição seriada das amostras de água de lixiviação; (B) plaqueamento das amostras em meio Mueller Hinton. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....81
- Figura 9** - Sementes de *Plinia cauliflora* pré-germinadas e com primórdios foliares em desenvolvimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....83
- Figura 10** - (A) representação do sistema hidropônico por capilaridade; (B) plântulas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade em período de aclimação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....84
- Figura 11** - Sistemas hidropônicos por capilaridade (A) tratamento terra diatomácea; (B) tratamento prolina e controle água destilada, representado pela caixa verde. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....85
- Figura 12** - Aspecto morfológico de plântulas de *Plinia cauliflora* obtidas da germinação de sementes sob os níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e tratadas com (coluna A) terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹ e (coluna B) prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....97
- Figura 13** - Sobrevivência pós germinativa e desenvolvimento de plântulas de *Plinia cauliflora* oriundas da germinação de sementes pré-tratadas com terra diatomácea (silício) e submetidas a estresse salino empregando soluções com diferentes condutividades elétricas. 30 dias após o transplantio. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....98
- Figura 14** - Sobrevivência pós germinativa e desenvolvimento de plântulas de *Plinia cauliflora* oriundas da germinação de sementes pré-tratadas com prolina e submetidas a estresse salino empregando soluções com diferentes condutividades elétricas. 30 dias após o transplantio. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....99

- Figura 15** - Desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (fonte de silício) (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 60 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....103
- Figura 16** - Mudanças de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 90 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....106
- Figura 17** - Mudanças de *Plinia cauliflora* tratadas com terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação nas condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. (A) controle salino; (B) 1,0 g kg de substrato⁻¹; (C) 2,0 g kg de substrato⁻¹; (D) 3,0 g kg de substrato⁻¹; (E) 4,0 g kg de substrato⁻¹; (F) 5,0 g kg de substrato⁻¹; (G) controle água destilada. 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....116
- Figura 18** - Alterações morfológicas decorrentes do estresse salino (A e B) compactação do solo, (C) fragmentação hidráulica do solo, (D) senescência e abscisão foliar, (E) estrangulamento do sistema radicular, (F) mutações no sistema radicular. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....125
- Figura 19** - Análise dos componentes principais da correlação medida a partir de todas as variáveis avaliadas no desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). (A) Contribuição das variáveis. (B) contribuição para o primeiro componente. (C) Contribuição para o segundo componente. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....126
- Figura 20** - Desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 60 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....138
- Figura 21** - Mudanças de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 90 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....141
- Figura 22** - Mudanças de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação nas condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. (A) controle salino; (B) 0,1 g kg de substrato⁻¹; (C) 0,2 g kg de substrato⁻¹; (D) 0,3 g kg de substrato⁻¹; (E) 0,4 g kg de substrato⁻¹; (F) 0,5 g kg de substrato⁻¹; (G) controle água destilada. 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....150
- Figura 23** - Análise dos componentes principais da correlação medida a partir de todas as variáveis avaliadas no desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). (A) Contribuição das variáveis. (B) contribuição para o primeiro componente. (C) Contribuição para o segundo componente. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....158
- Figura 24** - Aspecto visual das folhas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com diferentes condutividades elétricas. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....164
- Figura 25** - Aspecto visual das folhas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com diferentes condutividades elétricas. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....165

- Figura 26** - Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com diferentes quantidades de terra diatomácea (silício) ou prolina e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação sob níveis de condutividades elétricas (ds m^{-1}). (A) nitrogênio; (B) fósforo; (C) potássio; (D) cálcio; (E) magnésio; (F) ferro; (G) manganês; (H) boro; (I) enxofre; (J) zinco; (K) parte aérea exibindo sintomas generalizados de deficiência nutricional. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....166
- Figura 27** – Seções transversais da nervura central evidenciando suas estruturas características (A); lâmina foliar evidenciando suas estruturas características (B); epiderme adaxial apresentando estômatos paracíticos (C) e cavidades secretoras dispostas de forma aleatória (D); lâmina foliar apresentando cavidades secretoras no parênquima paliçádico e drusas no parênquima esponjoso (E); lâmina foliar evidenciando a estrutura secretora subepidérmica (cavidade secretora) com a presença de metabólitos em seu interior (F); lâmina foliar apresentando idioblastos dispostos no parênquima esponjoso e contendo drusas (cristais de oxalato de cálcio) em seu interior (G); lâmina foliar na região do bordo no qual é visível o epitélio secretor da cavidade secretora ligado ao tricoma, bem como feixe vascular paralelo ligando-se a essa (H); lâmina foliar na região do bordo no qual é evidenciada a cavidade secretora disposta no parênquima esponjoso (I); lâmina foliar destacando o feixe vascular e suas estruturas características (J). Legendas: Col (colênquima); Cut (cutícula); CC (células companheiras); CG (células guarda); CS (cavidade secretora); Dr (drusa); EAd (epiderme adaxial); EAb (epiderme abaxial); EpS (epitélio secretor); F (floema); Fb (fibras); FV (feixe vascular); Idi (idioblasto); Ost (ostíolo); PP (parênquima paliçádico); PE (parênquima esponjoso); Tri (tricoma); X (xilema). Barras 50 μm e 10 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....200
- Figura 28** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com terra de diatomácea (fonte de silício), evidenciando o pleno desenvolvimento de todas as estruturas que compõem seu crescimento secundário do indivíduo. Legenda: Csf (câmbio suberfelogênio); CV (câmbio vascular); Ep (epiderme); Fb (fibras); Fd (feloderme); Fg (felogênio); FS (floema secundário); LT (lenho tardio); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); Rt (ritidoma); Sb (súber). Barra 50 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....201
- Figura 29** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* evidenciando a transição entre floema secundário e a região do súber, bem como a formação deste a partir do câmbio suberfelogênio. Detalhe para fragmentação do súber, uma característica marcante e que funciona como identidade visual para indivíduos da família Myrtaceae. Legenda: Csf (câmbio suberfelogênio); FS (floema secundário); RF (raio floemático); Sb (súber). Barra 5 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....202
- Figura 30** – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* não tratadas e submetidas a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m^{-1} (A); 4,0 dS m^{-1} (B); 6,0 dS m^{-1} (C); 8,0 dS m^{-1} (D) e 10,0 dS m^{-1} (E). Barras 100 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....203
- Figura 31** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* evidenciando a degradação de parte do lenho tardio (seta vermelha) e redução na espessura dos raios floemáticos e do súber. Legenda: FS (floema secundário); RF (raio floemático); Rt (ritidoma); Sb (súber). Barra 5 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....203
- Figura 32** – Seções transversais das nervuras centrais das folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A, B, C, D e E); 2,0 g (F, G, H, I e J); 3,0 g (K, L, M, N e O); 4,0 g (P, Q, R, S e T) e 5,0 g (U, V, X, Z e Y) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas às condutividades de 2,0 dS m^{-1} (A, F, K, P e U); 4,0 dS m^{-1} (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m^{-1} (C, H, M, R e X); 8,0 dS m^{-1} (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m^{-1} (E, J, O, T e Y). Barras 50 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....205

- Figura 33** – Seções transversais das lâminas foliares de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A, B, C, D e E); 2,0 g (F, G, H, I e J); 3,0 g (K, L, M, N e O); 4,0 g (P, Q, R, S e T) e 5,0 g (U, V, X, Z e Y) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....206
- Figura 34** – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A) e 5,0 g (B) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas a água de irrigação na condutividade de 6,0 dS m⁻¹ evidenciando diferenças no número, organização e tamanho do floema secundário e raios floemáticos bem como na espessura do súber. Legenda: Ep (epiderme); FS (floema secundário); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); Sb (súber). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....208
- Figura 35** – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* demonstrando as diferenças no número, organização e tamanho dos raios floemáticos entre indivíduos tratados com 5,0 g kg de substrato⁻¹ de terra de diatomácea (fonte de silício) e submetidos a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A); 4,0 dS m⁻¹ (B); 6,0 dS m⁻¹ (C); 8,0 dS m⁻¹ (D) e 10,0 dS m⁻¹ (E). Legenda: RF (raio floemático). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....208
- Figura 36** – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A, B, C, D e E); 2,0 g (F, G, H, I e J); 3,0 g (K, L, M, N e O); 4,0 g (P, Q, R, S e T) e 5,0 g (U, V, X, Z e Y) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....209
- Figura 37** – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* demonstrando as diferenças na organização do xilema secundário entre indivíduos tratados com 5,0 g kg de substrato⁻¹ de terra de diatomácea (fonte de silício) (A1; A2; A3; A4 e A5) e não tratados (B1; B2; B3; B4; B5 e B6) e submetidos a água de irrigação nas condutividades de 0 dS m⁻¹ (B1); 2,0 dS m⁻¹ (A1 e B2); 4,0 dS m⁻¹ (A2 e B3); 6,0 dS m⁻¹ (A3 e B4); 8,0 dS m⁻¹ (A4 e B5) e 10,0 dS m⁻¹ (A5 e B6). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022....210
- Figura 38** – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* evidenciando as diferenças na organização do xilema secundário entre indivíduos tratados com 1,0 g (A) e 5,0 g (B) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidos a água de irrigação na condutividade de 10,0 dS m⁻¹. Legenda: EV (elementos de vaso); F (floema); Fb (fibras); RF (raio floemático); RX (raio xilemático). Barras 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....210
- Figura 39** – Seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* evidenciando grão de amido (setas vermelhas) aderidas as paredes e ao longo de todo o raio xilemático e em algumas células do xilema secundário (A), bem como no raio floemático (B) e súber (C). Legenda: Csf (câmbio suberfelogênico); Ep (epiderme); EV (elementos de vaso); Fb (fibras); Fg (felogênio); FS (floema secundário); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); Sb (súber). Barras 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....211
- Figura 40** – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* apresentando as diferenças anatômicas das medulas de indivíduos (A) não tratados e não submetidos a estresse salino; (B) submetidos a estresse salino sem tratamento com terra de diatomácea (fonte de silício) e (C) submetidos a tratamento com prolina seguido de estresse salino. Legenda: Med (medula). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....212

- Figura 41** – Seções transversais das nervuras centrais das folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0,1 g (A, B, C, D e E); 0,2 g (F, G, H, I e J); 0,3 g (K, L, M, N e O); 0,4 g (P, Q, R, S e T) e 0,5 g (U, V, X, Z e Y) de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....213
- Figura 42** – Seções transversais das lâminas foliares de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0,1 g (A, B, C, D e E); 0,2 g (F, G, H, I e J); 0,3 g (K, L, M, N e O); 0,4 g (P, Q, R, S e T) e 0,5 g (U, V, X, Z e Y) de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....214
- Figura 43** – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0,1 g (A, B, C, D e E); 0,2 g (F, G, H, I e J); 0,3 g (K, L, M, N e O); 0,4 g (P, Q, R, S e T) e 0,5 g (U, V, X, Z e Y) de prolina por quilograma de substrato e submetidas a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....215
- Figura 44** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com prolina e submetida a estresse salino, a qual evidencia grande quantidade de raios floemáticos, floema secundário e súber. Legenda: FS (floema secundário); RF (raio floemático); Rt (ritidoma) e Sb (súber). Barra 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....216
- Figura 45** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com 0,5 g de prolina por quilograma de substrato e submetida a condutividade de 10,0 dS m⁻¹ evidenciando a organização estrutural do floema secundário, região do súber, epiderme e câmbio suberfelogênico. Legenda: Csf (câmbio suberfelogênico); Ep (epiderme); FS (floema secundário); RF (raio floemático); Sb (súber). Barras 10 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....216
- Figura 46** – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* evidenciando as diferenças na organização do xilema secundário entre plantas tratadas com 0,1g (A) e 0,5 g (B) de prolina por quilograma e submetidas a água de irrigação na condutividade de 10,0 dS m⁻¹. Legenda: EV (elementos de vaso); Fb (fibras); RX (raio xilemático). Barras 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....217
- Figura 47** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com 0,5 g de prolina por quilograma de substrato e submetida a condutividade de 10,0 dS m⁻¹ evidenciando a mudança de coloração, diâmetro dos elementos de vaso e no conteúdo de fibras xilemáticas no último anel de crescimento (*) do xilema secundário e sua transição para o floema secundário. Legenda: FS (floema secundário); XS (xilema secundário); Sb (súber). Barra 50µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....218
- Figura 48** – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com 0,5 g de prolina por quilograma de substrato e submetida a condutividade de 10,0 dS m⁻¹ evidenciando a organização estrutural do xilema e floema secundário e transição entre ambos, bem como a presença de placas de perfuração xilemática espessadas e presença de grânulos de amido. Legenda: CV (câmbio vascular); FbX (fibras xilemáticas); FS (floema secundário); PPX (placa de perfuração xilemática); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); XS (xilema secundário). Barra 5µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022...218
- Figura 49** – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* apresentando as diferenças anatômicas das medulas de indivíduos (A) não tratados e não submetidos ao estresse salino; (B) submetidos ao estresse salino sem tratamento com prolina e (C) submetidos ao tratamento com prolina seguido de estresse salino. Legenda: Med (medula). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....219

- Figura 50** - Diversidade da microbiota bacteriana presente na água de lixiviação dos ensaios de consumo hídrico por *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra diatomácea (silício) ou prolina e submetidas a diferentes níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....221
- Figura 51** – Isolados bacterianos obtidos de amostras de solo e água de lixiviação dos ensaios de consumo hídrico por *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra diatomácea (silício) ou prolina e submetidas a diferentes níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....223
- Figura 52** – Desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico em estresse salino. (A) Plântulas matriz, (B e C) Plântulas em aclimatação, (D) Tratamento silício após 30 dias, (E) Tratamento prolina após 30 dias, (F) Emissão do sistema radicular em direção a solução hidropônica, (G) Efeito positivo dos tratamentos (H) Plântulas exibindo sintomas iniciais do estresse salino, (I) Efeito negativo do estresse salino, (J) Plântulas com sintomas moderados do estresse salino, (K) Plântulas com sintomas em estágio avançado. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....232

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....88
- Gráfico 2** - Índice de velocidade de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....89
- Gráfico 3** - Velocidade média de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....89
- Gráfico 4** - Tempo médio de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....89
- Gráfico 5** - Germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....91
- Gráfico 6** - Índice de velocidade de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....92
- Gráfico 7** - Velocidade média de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....92
- Gráfico 8** - Tempo médio de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....92

- Gráfico 9** - Altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....101
- Gráfico 10** - Altura do copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....101
- Gráfico 11** - Altura total da parte aérea (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....102
- Gráfico 12** - Diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....104
- Gráfico 13** - Diâmetro do colo (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022..104
- Gráfico 14** - Número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....105
- Gráfico 15** - Número total de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....106
- Gráfico 16** - Comprimento do sistema radicular (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....107
- Gráfico 17** - Densidade do sistema radicular (g. cm⁻³) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....107
- Gráfico 18** - Massa da matéria fresca do caule (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....108

- Gráfico 19** - Massa da matéria seca do caule (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....108
- Gráfico 20** - Massa da matéria fresca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....109
- Gráfico 21** - Massa da matéria seca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....109
- Gráfico 22** - Massa da matéria fresca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....110
- Gráfico 23** - Massa da matéria seca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....110
- Gráfico 24** - Massa da matéria fresca total (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....111
- Gráfico 25** - Massa da matéria seca total (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....111
- Gráfico 26** - Índice de tolerância a salinidade (%) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....112
- Gráfico 27** - Índice de qualidade de Dickson de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....113
- Gráfico 28** - Teor de clorofila a (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....118

- Gráfico 29** - Teor de clorofila b (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....118
- Gráfico 30** - Teor de clorofila total (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....118
- Gráfico 31** - Evapotranspiração potencial referente ao mês de agosto de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....121
- Gráfico 32** - Evapotranspiração potencial referente ao mês de setembro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....122
- Gráfico 33** - Evapotranspiração potencial referente ao mês de outubro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....123
- Gráfico 34** - Condutividade elétrica do solo e água de lixiviação (dS m⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) para o solo e água de lixiviação aos 90 dias. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....124
- Gráfico 35** - Altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022..137
- Gráfico 36** - Altura do copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022..137
- Gráfico 37** - Altura total da parte aérea (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....137
- Gráfico 38** - Diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022..139
- Gráfico 39** - Diâmetro do colo (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....139

- Gráfico 40** - Número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....140
- Gráfico 41** - Número total de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022..140
- Gráfico 42** - Comprimento do sistema radicular (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....142
- Gráfico 43** - Densidade do sistema radicular (g. cm⁻³) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....142
- Gráfico 44** - Massa da matéria fresca do caule (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....143
- Gráfico 45** - Massa da matéria seca do caule (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....143
- Gráfico 46** - Massa da matéria fresca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....144
- Gráfico 47** - Massa da matéria seca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....144
- Gráfico 48** - Massa da matéria fresca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....145
- Gráfico 49** - Massa da matéria seca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....145

- Gráfico 50** - Massa da matéria fresca total (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....146
- Gráfico 51** - Massa da matéria seca total (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....146
- Gráfico 52** - Índice de tolerância a salinidade (%) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....147
- Gráfico 53** - Índice de qualidade de Dickson de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....147
- Gráfico 54** - Teor de clorofila a (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....151
- Gráfico 55** - Teor de clorofila b (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....151
- Gráfico 56** - Teor de clorofila total (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....152
- Gráfico 57** - Evapotranspiração potencial referente ao mês de agosto de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....154
- Gráfico 58** - Evapotranspiração potencial referente ao mês de setembro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....155
- Gráfico 59** - Evapotranspiração potencial referente ao mês de outubro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022..156

- Gráfico 60** - Condutividade elétrica do solo (dS m^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato $^{-1}$) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}) (B) 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....157
- Gráfico 61** - Teores médios de proteína bruta (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....170
- Gráfico 62** - Teores médios de proteína bruta (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....171
- Gráfico 63** - Teores médios de nitrogênio (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....173
- Gráfico 64** - Teores médios de nitrogênio (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....173
- Gráfico 65** - Teores médios de fósforo (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS.m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....175
- Gráfico 66** - Teores médios de fósforo (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....176
- Gráfico 67** - Teores de médios potássio (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....178
- Gráfico 68** - Teores de médios potássio (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....178
- Gráfico 69** - Teores médios de cálcio (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....180
- Gráfico 70** - Teores médios de cálcio (g kg de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....181

- Gráfico 71** - Teores médios de magnésio ($\text{g kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....184
- Gráfico 72** - Teores médios de magnésio ($\text{g kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....184
- Gráfico 73** - Teores médios de ferro ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....186
- Gráfico 74** - Teores médios de ferro ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....187
- Gráfico 75** - Teores médios de manganês ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....188
- Gráfico 76** - Teores médios de manganês ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....188
- Gráfico 77** - Teores médios de cobre ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....190
- Gráfico 78** - Teores médios de cobre ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....190
- Gráfico 79** - Teores médios de zinco ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....192
- Gráfico 80** - Teores médios de zinco ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....193
- Gráfico 81** - Teores médios de boro ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....194

- Gráfico 82** - Teores médios de boro ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....195
- Gráfico 83** - Teores médios de enxofre ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....196
- Gráfico 84** - Teores médios de enxofre ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....197

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Caracterização inicial do substrato utilizado nos lisímetros*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....74
- Tabela 2** - Parâmetros analisados na quantificação de macro e micronutrientes em folhas de jabuticabeira tratadas com terra diatomácea e prolina em diferentes concentrações e submetidas a níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....78
- Tabela 3** - Descrição da arquitetura do sistema radicular observadas em vista lateral e superior aos 90 dias (nota atribuída visualmente segundo Reis et al., 1996) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....114
- Tabela 4** - Descrição da arquitetura do sistema radicular observadas em vista lateral e superior aos 90 dias (nota atribuída visualmente segundo Reis et al., 1996) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....149
- Tabela 5** – Características morfológicas dos isolados bacterianos obtidos de amostras de solo e água de lixiviação dos ensaios de consumo hídrico por *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra diatomácea ou prolina e submetidas aos diferentes níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....226
- Tabela 6** – Sobrevivência (%) de mudas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade, tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra diatomácea kg de substrato⁻¹ e submetidas a estresse salino empregando soluções de NaCl nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e água destilada (controle). Dados referentes a plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....229
- Tabela 7** – Sobrevivência (%) de mudas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade, tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 g de prolina kg de substrato⁻¹ e submetidas a estresse salino empregando soluções de NaCl nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e água destilada (controle). Dados referentes a plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.....230

LISTA DE SIGLAS

ABA	Ácido abscísico
APX	Ascorbato peroxidase
AsA	Ascorbato
B.O.D	Demanda Bioquímica de Oxigênio
CAT	Catalase
CE	Condutividade elétrica
CNGC	Cyclic Nucleotide Gated channel
CSIC	Conselho Superior de Inovação Científica
DAT	Dias após o transplântio
DE	Diatomaceous Earth ou Terra de Diatomácea
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
ETp	Evapotranspiração potencial da cultura
F.A.A	Formol+Ácido acético+Álcool
GmNH1	Glycine max sodium/hydrogen exchanger 1
GmNH2	Glycine max sodium/hydrogen exchanger 2
GPX	Glutathione Peroxidase
GSH	Glutathione
HAK	High-affinity potassium transporter
HKT	High-affinity Potassium Transporters
TLC	Cromatografia em camada delgada
IEU	Índice de eficiência de uso
IVG	Índice de velocidade de germinação
KT	Potassium transporter
KUP	Potassium uptake permease
LCT1	Low-affinity cation transporter 1
MH	Mueller Hinton
NADPH	Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato
NHX1	Sodium/Hydrogen exchanger 1
PA	Poliamina
PCR	Polymerase Chain Reaction
POD	Peroxidase
PSII	Fotossistema II
P5CR	Pirrolina-5-carboxilato-redutase
P5CS	Pirrolina-5-carboxilato-sintase
RNA	Ácido Ribonucleico
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciências do Solo
SOD	Superóxido dismutase
SOS1	Salt Overly Sensitive 1
TMG	Tempo médio de germinação
TNT	Tecido não tecido
VMG	Velocidade média de germinação
UV	Ultravioleta

LISTA DE ABREVIATURAS

Eq.	Equação
IFC	Índice de clorofila Falker

LISTA DE ACRÔNIMOS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
FAO	Organização das Nações Unidas para alimentação e Agricultura
LACEL	Laboratório de Biologia Celular e Molecular
PEG	Polietilenoglicol
TACO	Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos
UNEPE	Unidade de Ensino e Pesquisa Viveiro de Mudanças Hortícolas

LISTA DE SÍMBOLOS

±	Mais ou menos
Σ	Somatório
cm	Centímetro
mL	Mililitro
L	Litro
dS.m ⁻¹	Decisiemens por metro
%	Porcentagem
pH	Potencial de hidrogenação
mM	Milimolar
μM	Micromolar
β	Beta
mD	Microdaltons
<i>g</i>	Giros
g	Gramas
Ψ _w	Potencial hídrico
Ψ _s	Potencial osmótico
°C	Graus Celsius
®	Registrado
Si	Silício
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
K	Potássio
P	Fósforo
Ca	Cálcio
Fe	Ferro
Zn	Zinco
Mn	Manganês
Cu	Cobre
B	Boro
S	Enxofre
Na	Sódio
Cl	Cloro
O	Oxigênio
H	Hidrogênio
Pro	Prolina
C	Citosina
T	Timina
A	Adenina
G	Guanina
V	Volume

SUMÁRIO

1

INTRODUÇÃO.....	34
1.1 Hipótese.....	36
1.2 Objetivos.....	37
1.2.1 Geral.....	37
1.2.2 Específicos.....	37
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	38
2.1 JABUTICABEIRA.....	38
2.2 ESTRESSE SALINO.....	42
2.2.1 Exclusão do Excesso de Íons no Corpo Vegetal.....	49
2.2.2 Alterações nos Vasos Condutores em Decorrência do Estresse Salino.....	52
2.3 TERRA DE DIATOMÁCEA OU DIATOMITA.....	56
2.4 PAPEL DO SILÍCIO PRESENTE NA TERRA DE DIATOMÁCEA NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS.....	58
2.4.1 Efeito da Aplicação Exógena de Fontes de Silício em Plantas.....	59
2.5 PROLINA.....	62
2.5.1 Efeito da Aplicação Exógena de Prolina em Plantas.....	63
2.6 MICROBIÓTA EM AMBIENTES SALINOS.....	65
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS.....	69
3.2 ESTRESSE SALINO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	69
3.2.1 Germinação de Sementes de <i>Plinia cauliflora</i> Tratadas com Terra de Diatomácea ou Prolina em Diferentes Concentrações e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.....	69
3.3 DESENVOLVIMENTO, CONSUMO HÍDRICO E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE MUDAS DE JABUTICABEIRA TRATADAS COM TERRA DIATOMÁCEA E PROLINA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	73
3.3.1 Acompanhamento do Desenvolvimento das Mudanças e Consumo Hídrico.....	73
3.3.2 Diagnóstico Visual do Estado Nutricional e Análise dos Teores de Macro e Micronutrientes em Folhas de Jabuticabeira Tratadas com Diferentes Quantidades de Terra Diatomácea ou Prolina e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.....	78

3.3.3 Condutividade Elétrica do Solo.....	78
3.4 ANÁLISES ANATÔMICAS DE FOLHAS E CAULES DE JABUTICABEIRA TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	79
3.5 ANÁLISE DA MICROBIOTA BACTERIANA DO SOLO E DA ÁGUA DE LIXIVIAÇÃO DOS ENSAIOS DE CONSUMO HÍDRICO POR <i>Plinia cauliflora</i> TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	81
3.5.1 - Isolamento das Bactérias do Solo e da Água de Lixiviação.....	81
3.5.2- Identificação Morfológica das Bactérias do Solo e da Água de Lixiviação.....	82
3.6 PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Plinia cauliflora</i> CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO, TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	83
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4.1 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Plinia cauliflora</i> TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA E PROLINA E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	86
4.1.1 Aspectos Morfológicos de Sementes Germinadas e Sobrevivência Pós Germinativa de <i>Plinia cauliflora</i> Tratadas com Diferentes Quantidades de Terra Diatomácea e Prolina e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.....	95
4.2 DESENVOLVIMENTO, CONSUMO HÍDRICO E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE MUDAS DE JABUTICABEIRA TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	100
4.2.1 Acompanhamento do Desenvolvimento e Consumo Hídrico em Mudas de <i>Plinia cauliflora</i> Tratadas com Terra de Diatomácea e Submetidas a Água de Irrigação em Diferentes Condutividades.....	100
4.2.2 Acompanhamento do Desenvolvimento e Consumo Hídrico em Mudas de <i>Plinia cauliflora</i> Tratadas com Prolina e Submetidas a Água de Irrigação em Diferentes Condutividades.....	136
4.2.3 Diagnóstico Visual do Estado Nutricional e Análise dos Teores de Macro e Micronutrientes em Folhas de Jabuticabeira Tratadas com Terra Diatomácea ou Prolina e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.....	163

4.2.3.1	Diagnose visual.....	163
4.2.3.2	Proteína bruta.....	169
4.2.3.3	Teores médios de macro e micronutrientes.....	172
4.2.3.3.1	Nitrogênio.....	172
4.2.3.3.2	Fósforo.....	174
4.2.3.3.3	Potássio.....	176
4.2.3.3.4	Cálcio.....	179
4.2.3.3.5	Magnésio.....	182
4.2.3.3.6	Ferro.....	185
4.2.3.3.7	Manganês.....	187
4.2.3.3.8	Cobre.....	189
4.2.3.3.9	Zinco.....	191
4.2.3.3.10	Boro.....	193
4.2.3.3.11	Enxofre.....	196
4.3	ANATOMIA COMPARATIVA DE ESTRUTURAS VEGETATIVAS DAS MUDAS DE <i>Plinia cauliflora</i> TRATADAS COM TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	199
4.3.1	Aspectos gerais sobre a anatomia de <i>Plinia cauliflora</i>	199
4.3.2	Anatomia de estruturas vegetativas de mudas de <i>Plinia cauliflora</i> não tratadas e submetidas a água de irrigação em diferentes condutividades elétricas.....	202
4.3.3	Anatomia de estruturas vegetativas de mudas de <i>Plinia cauliflora</i> tratadas com quantidades variáveis de terra de diatomácea e submetidas a água de irrigação em diferentes condutividades elétricas.....	204
4.3.4	Anatomia de estruturas vegetativas de mudas de <i>Plinia cauliflora</i> tratadas com quantidades variáveis de terra de prolina.....	212
4.4	ANÁLISE DA MICROBIOTA BACTERIANA DO SOLO E DA ÁGUA DE LIXIVIAÇÃO DOS ENSAIOS DE CONSUMO HÍDRICO POR <i>Plinia cauliflora</i> TRATADAS COM TERRA DE DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	221
4.4.1	- Isolamento das Bactérias do Solo e da Água de Lixiviação.....	221
4.5	PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Plinia cauliflora</i> CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO, TRATADAS COM QUANTIDADES VARIÁVEIS DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.....	229

5 CONCLUSÕES.....	235
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	236
REFERENCIAS.....	238
APENDICES E ANEXOS.....	274

1 INTRODUÇÃO

A jabuticabeira é espécie frutífera nativa do Brasil (MANICA, 2000), tendo últimas décadas despertado interesse entre os produtores rurais em decorrência de sua ampla gama de aplicações, que vão desde o uso de seus frutos no consumo fresco ou em sua forma processada na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica, com possibilidade até mesmo de ser empregada no paisagismo (CITADIN et al., 2010; SALOMÃO et al., 2018).

Porém, assim como em outras culturas o desenvolvimento e produção da jabuticabeira pode estar sujeita a influência de condições de estresse, das quais cita-se mais comumente o salino, decorrentes do manejo inadequado do solo ou da utilização de água de irrigação com altos teores de sais (SALES et al., 2014).

Ao acumular-se no solo, estes sais reduzem seu potencial osmótico, fazendo com que aumente a energia necessária para planta absorver água e com ela os demais elementos vitais, uma vez que dificulta a entrada de água na planta. Além disso, o elevado teor de sais acaba por desencadear diversos distúrbios estruturais, fisiológicos e bioquímicos nos tecidos (DIAS; BLANCO, 2010; DALIAKOPOULOS et al., 2016), os quais podem afetar os processos de germinação, crescimento vegetativo e desenvolvimento reprodutivo (SHRIVASTAVA e KUMAR, 2015).

Assim, como forma de evitar os danos ocasionados por esta condição hostil, as plantas expostas a salinidade tendem a ativar e expressar mecanismos de resposta e sobrevivência, que incluem a redução no crescimento, alterações enzimáticas e produção de osmólitos, modificando neste caso o potencial osmótico celular (PARIDA; DAS, 2005; DIAS; BLANCO, 2010).

Estes mecanismos podem ocorrer naturalmente ou serem induzidos pelo emprego exógeno de substâncias como prolina, que por ser soluto solúvel, tende a auxiliar na regulação do potencial osmótico, diminuindo ou equilibrando o teor de íons intracelulares e extracelulares (CHEN e JIANG, 2010), além de atuar como molécula de sinalização modular das funções mitocondriais, agindo diretamente sobre a proliferação ou a morte celular, por desencadeamento da expressão gênica específica (SZABADOS E SAVOURE, 2010).

Agentes mitigantes como a terra de diatomácea (a qual contém elevado teor de sílcio) e a prolina, podem auxiliar a melhorar a estrutura vegetal, aumentar a captação de água da raiz e, ativar o acúmulo de açúcares solúveis e aminoácidos em

plantas sob estresse, bem como, estimular os sistemas de defesa antioxidante, enzimáticos e não enzimáticos, reduzindo assim os danos ocasionados as membranas biológicas (SONOBE et al., 2011; ZHANG, et al. 2018).

Juntamente com estas substâncias, a presença de bactérias halofílicas, parece contribuir com os mecanismos de tolerância a salinidade, adaptando as plantas as condições adversas. No entanto, pouco se sabe sobre a potencial contribuição destes microrganismos neste processo, os quais podem ser encontrados no solo, nas superfícies ou dentro dos tecidos das plantas (NUMAN et al., 2018).

Como ainda não foram encontrados relatos de pesquisas com jabuticabeira expostas a tal condição adversa de estresse, surge assim a importância da realização de estudos que visem avaliar o comportamento desta fruteira sobre condições salinas, bem como verificar a efetividade do emprego de substâncias exógenas que possam auxiliar em sua adaptação aos ambientes que apresentem condição de estresse salino, visto que em muitas localidades a necessidade de utilização de águas de irrigação ou de reuso para produção e manutenção de mudas, com índices elevados de salinidade é forte realidade.

Além disso o estudo serve como suporte para compreender a fisiologia do estresse da espécie ou até mesmo compreender como esta se comportaria em regiões costeiras ou na utilização para recuperação de áreas degradadas por excesso de sais.

Portanto, com o intuito de suprir esta lacunas, o presente trabalho avaliou através de ensaios de germinação, do acompanhamento do desenvolvimento de plântulas e mudas, crescendo em lisímetros de drenagem e em sistemas hidropônicos por capilaridade os possíveis efeitos da salinidade e como a aplicação de de terra de diatomácea ou prolina poderia atuar como agente atenuante.

1.1 HIPÓTESE

O estresse salino afetaria a germinação de sementes, o desenvolvimento, a morfo-anatomia e a nutrição das mudas de jabuticabeira, bem como a microbiota do solo.

A utilização de terra diatomácea e prolina seriam capazes de minimizar os possíveis efeitos do estresse salino em jabuticabeiras.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GERAL

Avaliar as respostas ecofisiológicas de sementes e mudas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*. DC.) Kausel tratadas com terra de diatomácea ou prolina e submetidas a níveis crescentes de estresse salino.

1.2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar a sensibilidade de sementes e mudas de *Plinia cauliflora* ao estresse salino induzido (soluções de NaCl em diferentes condutividades elétricas).

Observar os efeitos da utilização de terra de diatomácea ou prolina como agente atenuante do estresse na germinação, estabelecimento e desenvolvimento de plântulas, no consumo hídrico e no estado nutricional de mudas de *Plinia cauliflora* em estresse salino induzido.

Verificar possíveis alterações na morfo-anatomia de estruturas vegetativas das mudas de *Plinia cauliflora* suplementadas com diferentes quantidades de terra de diatomácea e prolina e, posteriormente expostas a diferentes níveis de estresse salino.

Realizar o isolamento e caracterização morfológica preliminar da microbiota bacteriana do solo e da água de lixiviação nos tratamentos empregados.

Avaliar a sobrevivência de mudas jovens em sistema hidropônico por capilaridade ao estresse salino e verificar o papel atenuante da terra de diatomácea e prolina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 JABUTICABEIRA

A jabuticabeira (*Plinia* sp.) é espécie frutífera pertencente à família Myrtaceae, nativa do Brasil, podendo ser encontrada em países como Bolívia, Paraguai e em alguns países da América Central (LORENZI, 2002). Tal fruteira era denominada pelos povos indígenas nativos como “iapoti`kaba”, que significa “fruta em botão” (MENDONÇA, 2000).

Existem nove espécies de jabuticabeira que são conhecidas, destacando-se a *Plinia peruviana* (DC) Berg, conhecida como jabuticaba de cabinho, *P. cauliflora* conhecida como jabuticaba paulista ou jabuticaba açu e *P. jaboticaba* (Vell) conhecida como jabuticaba Sabará, sendo esta última bastante comercializada no Brasil, principalmente na região Sudeste (DONADIO, 1983; CITADIN et al., 2010).

Caracteristicamente a jabuticabeira é planta de hábito perene, com porte variando de pequeno a médio, a qual pode atingir até 15 metros de altura e acima de 40 cm de diâmetro do tronco (Figura 1). A floração, em condições naturais, ocorre entre a primavera e o verão, podendo variar de acordo com os fenômenos climáticos de cada ano (CITADIN, 2010; DANNER et al., 2011).

Morfologicamente apresenta tronco reto, cilíndrico, com casca lisa, castanho acinzentado e com deiscência em pequenas placas (SUGUINO, 2012). Deste partem grande número de ramos com características semidecíduas de onde saem suas folhas simples, opostas, glabras, lanceoladas, com nervura circundante (VILELA, 2009).

Os indivíduos adultos exibem cauliflora, ou seja, as flores se formam e se desenvolvem ao longo do caule, não se restringindo as regiões apicais e axilares dos ramos, característica esta que pode ser explicada pelo desenvolvimento das gemas adventícias reprodutivas ou da presença de gemas dormentes que somente se desenvolvem após vários anos de sua formação inicial, período no qual o caule se torna bastante desenvolvido e espesso (ALMEIDA e ALMEIDA, 2014).

As suas flores são bastante aromáticas, hermafroditas, actinomorfas, de coloração branca, tetrâmeras, com ovário ínfero contendo dois óvulos por lóculo. O

estigma é capitado e os estames numerosos. A antese normalmente ocorre entre as 5 e 7 horas da manhã, e sua florada é bastante expressiva, sendo que as flores duram em média de dois a três dias após sua abertura, entrando em senescência após este período (VILELA, 2009).

Exibe frutos do tipo baga globulosa, de tamanho variável, geralmente pequenos, redondos e de casca avermelhada escura a preta. A polpa é de coloração branca, doce e muito nutritiva, com uma a quatro sementes, as quais são recalcitrantes e envolvidas pela polpa mucilaginoso (Figura 1) (LORENZI et al., 2006, LIMA et al., 2008, CITADIN, 2010; DANNER et al., 2011; PIROLA et al., 2013).

As sementes formadas pela processo de polinização e fecundação dos óvulos são poliembriônicas, e perdem sua viabilidade muito rapidamente (quando a umidade destas fica abaixo de 30 %), o que confirma o comportamento recalcitrante (DONADIO, 2000; DANNER et al., 2011).

Os frutos são bastante apreciados no consumo a fresco ou na composição de geleias, licores, iogurtes, sucos e sorvetes (SARMENTO et al., 2012). Segundo a TACO (Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos) (Brasil, 2011), nutricionalmente os diferentes tipos de jabuticaba são fonte de água, sais minerais, vitamina C, carboidratos e fibras.

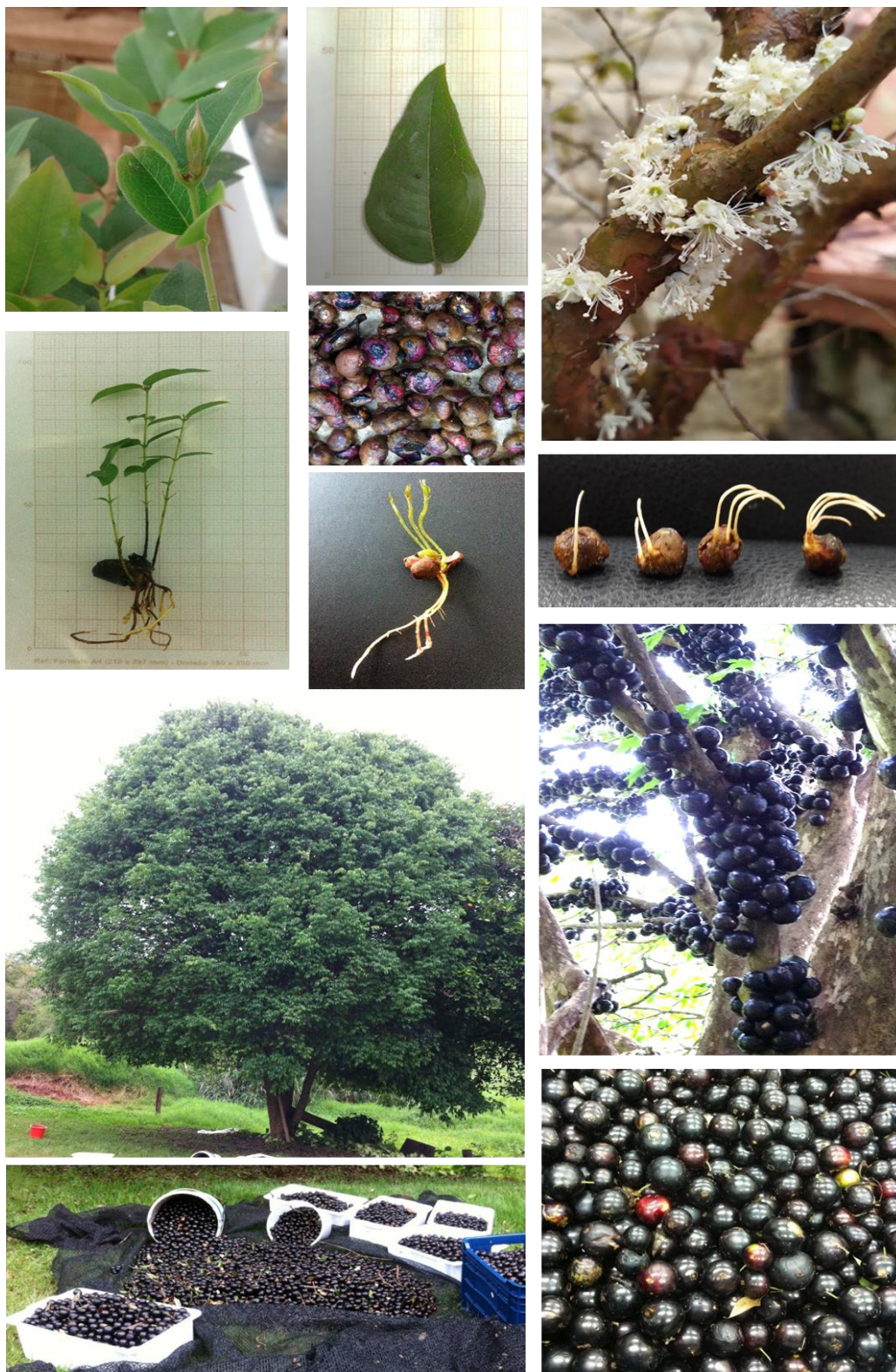
Além disso, tal fruto assim é majoritariamente composto por vitaminas, carotenóides, antocianinas, compostos fenólicos, flavonóides, taninos, elagitaninos, galotaninos, e terpenóides, os quais distribuem-se, em diferentes proporções nos frutos, cascas, folhas e nas sementes desta (GASPAROTTO-JUNIOR et al., 2019).

Estudos químicos, *in vitro* e *in vivo* realizados na última década tem revelado que, estas substâncias bioativas, garantem a jabuticaba potencial antioxidante (INADA et al., 2015; BALDIN et al., 2016; SOUZA et al., 2017; SERAGLIO et al., 2018; DOS SANTOS et al., 2019), antimicrobiano (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2014; SOUZA et al.; 2017; DOS SANTOS et al., 2019), antifúngico (SOUZA-MOREIRA et al., 2013), antibacteriano e antiproliferativo (WANG et al., 2014; DOS SANTOS et al., 2019), vasorelaxante e hipotensor (ANDRADE et al., 2015; DOS SANTOS et al., 2019), antiobesidade (LENQUISTE et al., 2015), cardioprotetor (ROMÃO et al., 2019) e antiasmático (WU et al., 2013).

Todas estas características nutracêuticas e farmacológicas, elucidadas ao longo de anos, tem colocado a espécie em posição de destaque e despertado cada

vez mais os olhares e interesse da indústria farmacêutica (DANNER et al., 2008; BORGES e MELO, 2013; GASPAROTTO-JUNIOR et al., 2019).

Figura 1 - Características morfológicas de *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2022. (Fonte: Douglas Alvarez Alaminio)



Mesmo com esse amplo espectro de qualidades para exploração comercial das plantas e frutos de jabuticabeira, a presença da espécie tem se restringido apenas a quintais domésticos, sendo contabilizados poucos plantios comerciais (DANNER, 2014). Segundo este mesmo autor estima-se que cerca de 60 mil jabuticabeiras estejam em produção no Brasil, principalmente em estados como Goiás e São Paulo, onde se encontram os maiores pomares comerciais do país.

Prova disto é que na região de Hidrolândia, em Goiás, existem cerca de 150 fazendas produzindo jabuticabas, as quais são responsáveis por 60% da produção nacional. Apenas na fazenda Jaboticabal existem 42 mil jabuticabeiras, que somadas as demais fazendas, produzem 180 mil toneladas de frutos para comercialização (ALBUQUERQUE, 2016).

A comercialização dos frutos ainda é baixa devido sua alta perecibilidade após serem retirados da planta, o que estaria relacionado a rápida perda de água, resultando na decomposição acelerada do fruto (BOESSO, 2014).

A jabuticabeira normalmente é propagada por sementes, mas tem como desvantagem sua rápida perda de viabilidade se reduzido seu teor de umidade e, as plantas oriundas deste método apresentam longo período juvenil (DA-SILVA et al., 2019).

Diante disso, técnicas utilizando o método assexuado vem sendo testadas ou aprimoradas. O método de enxertia em garfagem tem-se mostrado eficiente em mais de 70% dos casos, assim como a alporquia, com índices de enraizamento acima de 80% (DANNER et al., 2006; SASSO et al., 2010a).

A estaquia herbácea convencional tem alcançado enraizamento em torno de 10% (SCARPARE-FILHO et al., 1999; SASSO et al., 2010b). No entanto, trabalhos mais recentes de rizogênese em jabuticabeira, utilizando a técnica da mini-estaquia, tem-se mostrado promissores (HOSSEL, 2016), visto que, mudas provindas desta técnica, além de garantirem a manutenção das características da planta matriz, auxiliariam na redução do período juvenil, o qual pode variar de 10 a 15 anos (TREVIZANI et al., 2011; CASSOL et al., 2015).

Contudo, não há resultados que apontem especificamente o quanto seria reduzido deste período de juvenilidade nas plantas, pois isto dependeria de vários fatores edafoclimáticos e genéticos, além da necessidade de avaliações a longo prazo (SANTOS e SEREJO et al., 2009).

Outra técnica em ascensão ficaria por conta da micropropagação, a qual garantiria a formação de mudas uniformes e livres de patógenos, utilizando para tanto pouco espaço e não demandando cuidados especiais, ficando os maiores entraves, pela necessidade de estrutura especializada para a produção das mudas e mão de obra qualificada.

Porém, atualmente, ao falar-se em propagação assexuada, a alporquia e a enxertia em garfagem são as técnicas mais indicadas para propagação de jaboticabeiras, sendo contudo o uso de sementes ainda o principal meio de propagação da espécie (DA-SILVA et al., 2019).

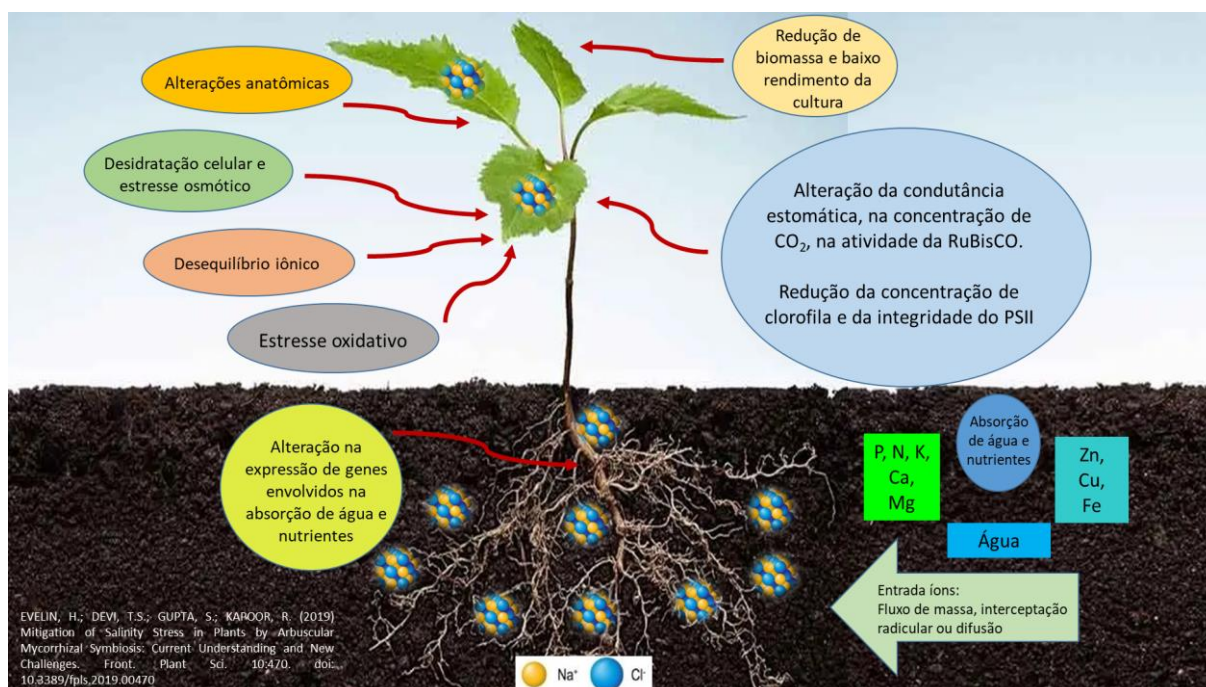
2.2 ESTRESSE SALINO

A maior parte das espécies vegetais habitando sobre a Terra evoluíram em condições de baixa salinidade, o que fez com que as mesmas não fossem preparadas ou adaptadas a absorver, transportar e utilizar o NaCl e outros minerais quando submetidas aos ambientes salinos. Isto ocorre, por que nestas condições, a concentração dos íons de Na^+ e/ou de Cl^- , tenderia a exceder as concentrações consideradas limítrofes para sobrevivência destes indivíduos (GRATTAN e GRIEVE, 1999; GUEYI et al., 2016), os quais em conjunto com outras moléculas seriam responsáveis pelo fenômeno de "Seca fisiológica / secundária" (FAROOQ et al., 2015).

Ao contrário dos animais, o sódio é elemento não essencial nas plantas (exceto em algumas plantas C4) (KRONZUCKER et al., 2013; NIEVES-CORDONES et al., 2016), sendo seu excesso altamente prejudicial, ocasionando alterações fisiológicas, bioquímicas e de desenvolvimento adversas (ACOSTA-MOTOS et al., 2017; EVELIN et al., 2019), conforme ilustrado na Figura 2.

Os efeitos da salinidade incluem indução de efluxo de K^+ citosólico e consequentemente desequilíbrio na homeostase celular, estresse oxidativo, interferência nas funções do Ca^{2+} , deficiência de nutrientes, retardo no crescimento, culminando na morte das células das plantas e alteração dos tecidos e, funções fisiológicas e bioquímicas essenciais (CRAIG, PLETT e MØLLER, 2010; CABOT et al., 2014).

Figura 2 – Efeitos adversos do estresse salino sobre plantas. UTFPR, Campus Pato Branco-PR, 2022. (Fonte: Adaptada de Acosta-Moto et al., 2017; Evelin et al., 2019)



Quando o conteúdo de Na⁺ e Cl⁻ no solo encontra-se alto, a capacidade de absorção e transporte dos demais nutrientes minerais pelas plantas, especialmente o NO₃⁻, K⁺ e Ca²⁺ decaem fortemente, isto por que interferem diretamente no pH do solo (GRATTAN e LAMENTA, 1994; LARCHER, 2004).

Por estarem em excesso e em razão da absorção excessiva do Na⁺ e Cl⁻, as plantas passariam a apresentar desequilíbrio no ajuste nutricional (VERSUELOS et al., 2006), o qual seria seguido por distúrbios no balanço iônico, além dos efeitos específicos desses íons sobre ação de enzimas e membranas celulares (FLORES, 1990; DEINLEIN et al., 2014).

Em condição de estresse, as concentrações de sais encontram-se acima das ocasionalmente suportadas pelas plantas. O potencial osmótico é reduzido e ocorre a ação destes íons sobre o protoplasma, o que poderia ser fator limitante a sobrevivência (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010). Nestas condições, a planta passaria a investir na formação massiva de brotos e redução do sistema radicular (SILVA et al., 2016), além de aumentar o conteúdo interno de solutos compatíveis ou de osmoprotetores (ESTEVES e SUZUKI, 2008).

Além disso, a fixação de carbono diminuiria devido a redução na disponibilidade de CO₂ causada pelas limitações na difusão através dos estômatos (FLEXAS et al., 2004).

O estresse salino também ocasiona danos que muitas vezes não estão relacionados a limitação estomática, ou seja, na redução da concentração de CO₂ intercelular, mas sim a própria toxicidade da presença de Na⁺ e/ou Cl⁻ nos tecidos e/ou estresse oxidativo induzido por salinidade, como observado por Khan et al. (2015) para o grão de bico, onde o declínio da fotossíntese em estresse salino foi ocasionado pelos danos no fotossistema II (PS II) e não por alterações estomáticas.

A salinidade também afetaria a capacidade de germinação da maioria das espécies, seja pela inibição da captação de água, a qual interfere na ativação das enzimas envolvidas na hidrólise das reservas nutricionais e na retomada do metabolismo da germinação, levando a latência de sementes pelo efeito tóxico dos íons no embrião, inibindo o crescimento do eixo embrionário e interrompendo a mobilização do amido (MUNNS e JAMES, 2003; OKCU et al., 2005; PEREIRA et al., 2012, FAROOQ et al., 2015), como observado por MOTERLE et al. (2006); REGO et al. (2011); ALMEIDA et al. (2012); CARVALHO et al. (2012).

Keshavarzi (2011) afirmou que, em condições extremas, onde existiriam concentrações elevadas de Na⁺ e Cl⁻ intracelular houve tendência na restrição do metabolismo e da divisão celular nos estágios de expansão tecidual, o que acabaria resultando na morte ou abortamento de sementes.

Portanto, a presença de íons em excesso no solo e o estresse decorrente deste quadro é fator determinante na redução do rendimento agrícola de muitas culturas, isto por que a salinidade inibe o crescimento das plantas por ação do déficit hídrico e dos efeitos osmóticos (SOBHANIAN et al., 2010).

Os solos são diariamente afetados pelo conteúdo excessivo de sais solúveis e sódio trocável na superfície ou na rizosfera, seja por causas naturais, ao entrarem em contato com águas oceânicas ou pelo avanço das práticas de cultivo, irrigação e até mesmo o desmatamento (RENGASAMY, 2010; FAO, 2018).

Os solos salinos, normalmente possuem condutividade elétrica (CE) maior que 4,0 dS m⁻¹, cujos valores apresentam concentração de sais suficientemente alta para reduzir o crescimento da maioria das espécies vegetais (FLOWERS, 2004).

Porém, vale salientar que nem toda condição salina atua de forma drástica sobre os indivíduos. Neste sentido, se faz necessário diferenciar o conceito

de eu-estresse e dis-estresse, onde, no primeiro a ocorrência de estresse suave serviria como fator positivo ao crescimento vegetal, já que o estresse ativaria o metabolismo celular e incrementaria a atividade fisiológica da planta. Por outro lado, o dis-estresse seria qualquer condição desfavorável, que por sua intensidade ou duração, afetaria negativamente o metabolismo, crescimento e desenvolvimento vegetal (LICHTENTHALER, 2004).

A linha tênue entre uma resposta e outra deve levar em consideração as características individuais de cada espécie, sendo estas dependentes da identidade do órgão ou tecido, estágio de desenvolvimento e genótipo, visto que a capacidade de sobrevivência ao estresse estaria diretamente relacionada aos mecanismos de tolerância, que envolvem alta atividade metabólica em estresse moderado e baixa em estresse severo, permitindo a planta suportar o estresse. Os de escape seriam a forma de evitar a exposição ao estresse levando muitas vezes ao estado de dormência (BRAY et al., 2000; CAMARA e WILLADINO, 2005), ou de completar o ciclo do vegetal antes da ocorrência da condição desvantajosa ao vegetal.

Há ainda os mecanismos de resistência constitutivos, os quais seriam expressos independente da planta estar ou não em estresse, como no caso das adaptações morfológicas aos ambientes xéricos; e os ajustes individuais de um organismo em resposta a variações de fatores ambientais, denominado de aclimatação (BRAY et al., 2000).

Durante este último processo, o organismo investiria energia em alterar a homeostase de seus processos comportamentais, morfológicos, anatômicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares em resposta a mudanças ambientais externas (GASPAR et al., 2002).

Quanto a tolerância à salinidade, as plantas podem ser classificadas em duas categorias distintas, sendo as halófitas aquelas que conseguiriam se desenvolver naturalmente em ambientes com elevadas concentrações de sais (50 a 500 mM), isto por que muitas delas apresentariam mecanismos específicos de exclusão de Na^+ e Cl^- em estruturas morfológicas diferenciadas, como glândulas secretoras e pelos vesiculares (ORCUTT e NILSEN, 2000; FERNANDES et al., 2010) e as glicófitas que não possuem esta mesma capacidade, visto que boa parte delas passa a apresentar redução no crescimento quando os níveis de salinidade ultrapassam 10 mM (ORCUTT e NILSEN, 2000).

De forma geral, o efeito da salinidade sobre as plantas é consequência do componente osmótico, resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, o qual ocasionaria pré-disposição ao déficit hídrico pela redução do potencial osmótico e, do componente iônico, decorrente dos elevados teores de Na^+ e Cl^- e, sua inter-relação com outros nutrientes (MUNNS, 2002).

Esses efeitos estão baseados em quatro mecanismos, na absorção de água dirigida osmoticamente, necessária para o crescimento celular, que pode ser inibida pelo baixo potencial hídrico no espaço radicular (estresse osmótico); os solutos normalmente usados para gerar pressão osmótica podem não estar disponíveis em quantidades suficientes devido à competição do Na^+ e do Cl^- por sítios de absorção (desequilíbrio nutricional); Na^+ e Cl^- podem estar disponíveis em quantidade suficiente para serem usados como osmólitos, mas as células podem não estar habilitadas a lidar com esses íons adequadamente, sofrendo efeitos tóxicos (toxidez iônica); as células podem produzir reações específicas a elevadas concentrações de NaCl , como alteração na taxa de síntese da parede celular (resposta regulatória) (FRICKE e PETERS, 2002).

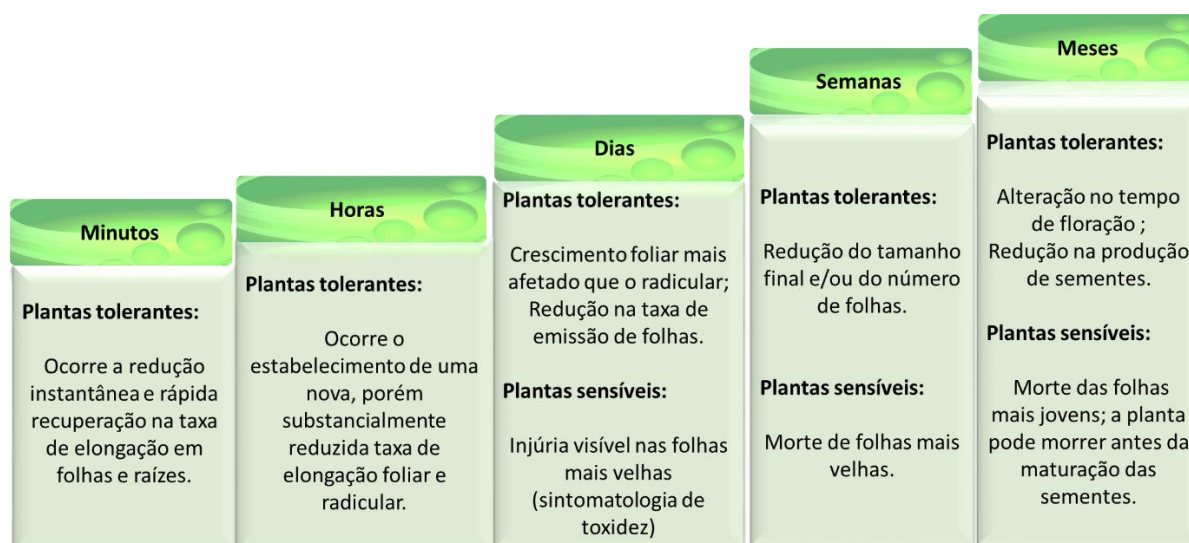
A redução no crescimento em virtude destes efeitos, pode ser demonstrada pelo modelo bifásico proposto por Munns e Termaat (1986), onde, na primeira fase do estresse, o crescimento da planta seria afetado pelo teor de sais que estão no exterior da mesma e seriam regulados por sinalização proveniente da raiz, sobretudo, pelo ácido abscísico (ABA).

A segunda fase, é caracterizada pela redução do crescimento, no acúmulo de sais absorvidos no interior da planta, que ultrapassaria a capacidade desta em compartimentalizá-lo no vacúolo, aumentando assim os níveis presentes no citoplasma e inibindo a atividade de enzimas de várias rotas metabólicas (WILLADINO et al., 1996; PRISCO e GOMES FILHO, 2010).

Além do modelo proposto, Munns (2002), demonstrou de forma temporal os efeitos graduais do estresse salino nas plantas (Figura 3).

Estes efeitos temporais, os quais podem culminar inclusive na morte da planta ao longo do tempo ocorrem por conta do desequilíbrio nutricional nos tecidos, já que a competição e ação de íons Na^+ e Cl^- com os demais nutrientes requeridos pelo indivíduo acabariam por gerar deficiência de íons como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrogênio (FERNANDES et al., 2002; FARIAS et al., 2009).

Figura 3 - Escala temporal de resposta a salinidade, demonstrando os efeitos osmóticos (plantas tolerantes ao sal) e adicionais (plantas sensíveis ao sal) (adaptada de MUNNS, 2002). UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Isto pode ser observado tomando-se como exemplo o cálcio, que ao ser substituído pelo Na^+ nas membranas celulares, faz com que o padrão de permeabilidade das mesmas seja modificado (BAI et al., 2009).

Nas paredes celulares, o resultado direto desta substituição é a redução de sua elasticidade (NEUMMAN et al., 1994; ORCUTT e NILSEN, 2000). Além disso, a redução dos teores de cálcio modificam o processo de transdução de sinal do local de percepção do estresse para o de síntese de proteínas codificadas pelos genes de estresse, nos quais regulariam o controle da homeostase da célula, do tecido ou do indivíduo (TURKAN e DEMIRAL, 2009).

De acordo com ZHU (2001), para tolerar a salinidade e garantir a sobrevivência da planta no ambiente hostil, faz-se necessária a interconexão entre metabolismo (exclusão iônica), restabelecimento da homeostase (iônica e osmótica) e retomada do crescimento. Este autor ainda afirma que os mecanismos de tolerância são dependentes da capacidade da planta em controlar o transporte de sal por meio da seletividade no processo de absorção pelas células das raízes; no carregamento preferencial do xilema com K^+ , na remoção do sal do xilema na parte superior das raízes, caule, pecíolo ou bainhas foliares; na retranslocação de Na^+ e Cl^- no floema, garantindo a ausência do acúmulo destes na parte aérea em desenvolvimento e; na excreção de sais através de estruturas anatômicas modificadas (glândulas ou pelos vesiculares).

O ajuste osmótico ou osmoregulação, ocorre quando o potencial hídrico de uma célula diminui sem qualquer redução no turgor celular, através da absorção de íons ou pela síntese de solutos orgânicos, sendo esta estratégia comum para diminuir os possíveis danos durante a fase I do estresse salino (GARG e NOOR, 2009; FAROOQ et al., 2015).

Muitas vezes, a homeostase (ajuste osmótico) dos tecidos só se torna possível quando solutos orgânicos, comumente conhecidos como osmólitos 'compatíveis', ou osmoprotetores, são acumulados nos tecidos sobre estresse (PHANG et al., 2008).

Por serem solúveis e não citotóxicos, mesmo em altas concentrações, e por não interferirem com o metabolismo citoplasmático, estes compostos exibiriam dois papéis funcionais no corpo vegetal, sendo que em altas concentrações auxiliariam na realização do ajuste osmótico e em baixas atuariam como agentes protetores, ajudando a ativar mecanismos de defesa antioxidante (MUNNS, 2005; BOSE et al., 2014; POTTOSIN et al., 2014).

Dentre os solutos com tal capacidade destacam-se os aminoácidos (como a prolina), compostos amônio-quaternários (glicina betaína, β -alanina betaína, prolina betaína, colina-O-sulfato), compostos sulfonium-terciário (DMSP-dimetilsulfoniopropionato), polióis (ou álcoois poliídricos, como pinitol e manitol), açúcares solúveis (frutose, sacarose, trealose, rafinose) ou poliméricos (frutanas), além de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) (HASEGAWA et al., 2000; BRAY et al., 2000).

Os estudos sobre o acúmulo e função da prolina foram iniciados em 1953 e desde então tem sido observado que este aminoácido parece exercer papel importante na proteção contra a ação de espécies reativas de oxigênio em plantas em condições de estresse salino (SILVEIRA et al., 2010).

A síntese de glicina betaína e seu acúmulo em plantas osmoticamente estressadas, também é forte indicativo de que este composto desempenhe funções importantes nestas condições, já que é encontrado com frequência em pontos de crescimento (BRAY et al., 2000).

As poliaminas (PAs), dada à sua natureza policatiônica em pH fisiológico, poderiam se ligar as várias moléculas eletronegativamente carregadas, tais como DNA, proteínas, fosfolípidios e proteínas de membrana e, polissacarídeos pécticos da parede celular, atuando como mediador protetivo (VELIKOVA et al., 2000).

El Sayed (2011) observou que feijoeiros tolerantes a salinidade tinham maiores teores de prolina e aminoácidos livres e, menos proteínas do que as consideradas sensíveis ao estresse.

Em outro ensaio, Qurashi e Sabri (2013) verificaram que o acúmulo de açúcares solúveis, prolina, glicina betaína e colina em grão-de-bico melhorou o crescimento das plantas e ajudou a manter os pigmentos fotossintéticos em estresse salino.

Mediante estas evidências, parece seguro afirmar que os solutos compatíveis, além de garantirem o fluxo contínuo de água na planta, poderiam atuar como agentes osmoprotetores de macromoléculas como proteínas e lipídeos, bem como, das membranas, garantindo sua integridade. Além disso, por exibirem caráter hidrofílico, estes solutos poderiam substituir a água na superfície das proteínas e agir, não enzimaticamente, como chaperonas de baixo peso molecular (HASEGAWA et al., 2000).

2.2.1 Exclusão do Excesso de Íons no Corpo Vegetal

O Na^+ pode ser absorvido por competição através de carregadores de K^+ e Ca^{2+} , em virtude da similaridade entre o raio iônico destes compostos, ou por meio de canais de cátion de baixa afinidade, os chamados canais não seletivos podendo permanecer no citosol e nas organelas até concentrações de aproximadamente 100 mM (MASSER et al., 2002).

No entanto, quando este valor é ultrapassado, o mesmo deveria ser eliminado do conteúdo citosólico para evitar a inibição enzimática e manter a homeostase (MUNNS, 1993; LI et al., 2006).

A busca pela homeostase dos íons em decorrência da situação de estresse é característica imprescindível as células vivas, a qual é modulada pela regulação do fluxo de íons para manter a concentração de substâncias potencialmente tóxicas, como Na baixo e para construir íons essenciais como K^+ (HASEGAWA et al., 2000; FAROOQ et al., 2015).

Limitar o acúmulo de Na^+ excessivo nos tecidos mais jovens é de suma importância para tolerância ao estresse. No entanto, isso poderia não estar relacionado ao armazenamento de íons em tecidos mais antigos (TURNER et al., 2013).

Assim, a extrusão do excesso de Na^+ ou a compartimentalização no vacúolo parece ser mecanismo interessante e eficaz para equilibrar as concentrações citosólicas de K^+ e Na^+ e, garantir o funcionamento das várias enzimas presentes no citosol, bem como, a manutenção do potencial de membrana e a regulação do volume celular (HASEGAWA et al., 2000; LI et al., 2006; FAROOQ et al., 2015).

A extrusão de Na^+ do citosol, seja para o vacúolo ou para o apoplasto, ocorre através do movimento antiporte Na^+ / H^+ , mecanismo de transporte ativo secundário baseado no gradiente eletroquímico estabelecido por H^+ -ATPase ou H^+ -PPiase de membrana (transporte ativo primário) (BLUMWALD, 2000; SILVEIRA et al., 2010), as quais conduzem o Na^+ em uma direção e o H^+ na direção oposta (WILLADINO e CAMARA 2005).

A respeito do efluxo de Na^+ do citoplasma para o apoplasto, SHI et al. (2002) descobriram que este é mediado por produtos do gene SOS1 (Salt Overly Sensitive 1), a partir de ensaios realizados com plantas de *Arabidopsis thaliana* submetidas ao estresse salino, no qual puderam observar que as mesmas passavam a expressar o gene SOS1 preferencialmente apenas nas células da epiderme do ápice das raízes, o que evidenciaria a ativação do mecanismo de extrusão de sódio para o meio externo.

O gene SOS1 seria detentor de duplo papel, envolvendo a inclusão e a exclusão de Na^+ da corrente transpiratória, onde em condições de estresse moderado (25 mM de NaCl), o SOS1 funcionaria carregando este íon pelo xilema para distribuição controlada para parte aérea, com armazenamento no vacúolo das células do mesófilo foliar. Neste contexto, o SOS1 funcionaria restringindo a absorção líquida de Na^+ e retirando-o da corrente transpiratória na região madura da raiz. A associação desses dois processos evitaria o rápido acúmulo de Na^+ na parte aérea (SHABALA, 2013; KATSCHNIG et al., 2015).

Homólogos SOS1 foram identificados em todas as espécies de plantas e provavelmente desempenham papel importante na tolerância ao sal (MISHRA et al., 2014), onde a alcalinização transitória possivelmente modularia a distribuição de ácido abscísico (ABA), causando fechamento estomático no início do estresse salino (GEILFUS et al., 2015). A acidificação apoplástica seria responsável por modular a extensibilidade da parede celular (HAGER, 2003), a partir da ativação de enzimas e expansinas da parede celular a pH apoplástico baixo (COSGROVE, 2000), sendo determinada pela atividade de H^+ -ATPases de membrana (PITANN et al., 2011).

Isto leva a concluir que a extensão da redução (sensibilidade) ou manutenção (tolerância) do crescimento das plantas em estresse salino é, portanto, diretamente associada a alcalinização do apoplasto (PITANN et al., 2011; MORGAN et al., 2014).

Geilfus e Mühling (2013) demonstraram este mecanismo ao investigarem a alcalinização induzida pela salinidade de apoplastos foliares em feijão-fava, verificando que a alcalinização seria induzida por componentes iônicos, não osmóticos, em plantas sobre estresse. Outro ponto relevante foi relatado que o Cl^- é transferido de raízes para brotos, modulando alterações no pH apoplástico.

Contrariamente ao gene SOS, o armazenamento, ou compartimentalização de pequenas quantidades de Na^+ nos vacúolos das células mesofílicas seria função da atividade de carregadores NHX1 (SHI et al., 2002; FALHOF et al., 2016), os quais, ao contrário do SOS1, não se expressavam no ápice da raiz, isto por que esta região não apresenta vacúolos grandes, sendo, no entanto, expressos abundantemente nas células de quase todos os demais tecidos, o que seria indicativo de que a compartimentalização do Na^+ no vacúolo é mecanismo generalizado nas demais células da planta (ASSAHA et al., 2017).

Estes genes foram observados por Sun et al. (2006) e Zhou et al. (2009), os quais identificaram que os carregadores GmNHX1 e GmNHX2 teriam a capacidade de reduzir o acúmulo de Na^+ em brotos e por Zahran et al. (2007) o quais relataram a up-regulação de genes transportadores NHX nas folhas e raízes de *Medicago intertexta* (L.) Miller por compartimentalização de Na^+ .

No entanto, algumas espécies vegetais, tolerantes ou não à salinidade, não são detentoras destes mecanismos, levando a inferir que provavelmente, a estratégia utilizada por esse grupo para tentar reduzir o acúmulo de Na^+ incluiria canais e transportadores de K^+ com maior seletividade iônica a seu favor (K^+). Dentre as famílias de genes relacionadas a este transporte, quatro parecem ser candidatas a transportadores de Na^+ , sendo elas, os transportadores HKT e KUP/HAK/KT e, os canais CNGC e LCT1 (MÄSSER et al., 2002).

2.2.2 Alterações nos Vasos Condutores em Decorrência do Estresse Salino

Para garantir a sobrevivência das espécies vegetais em determinado ambiente, o sistema de transporte da planta deve ser eficiente no fornecimento relativamente ininterrupto de água por meio da adequada evapotranspiração de seus tecidos (HOLBROOK e ZWIENIECKI, 2008; SPERRY, 2003; SPERRY et al., 2003).

Este fluxo é realizado através do xilema e permite o transporte de água, nutrientes do solo e de hormônios para as folhas, frutos e demais regiões da planta. O movimento da água das raízes para atmosfera é controlado pela condutividade de seus componentes, podendo ser afetado por mudanças nos fatores hidráulicos (condutividade da raiz e do ramo) ou difusivos (condutância estomática) e sofrer rápida e reversível alteração para se adaptar a planta as condições ambientais e ao estresse (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Em particular, a condutividade do ramo pode reagir ao estresse por um processo “rápido”, onde valores muito negativos de pressão hídrica no xilema geralmente levam ao potencial hídrico crítico (ponto crítico) em que a diminuição da pressão apoplástica e da condutividade hidráulica podem resultar na cavitação do tecido (TYREE e SPERRY, 1989; HACKE e SPERRY, 2001; SPERRY, 2003; MCDOWELL et al., 2008) pela formação de bolhas de ar (embolias) nas conexões de pontoações e placas perfuradas entre os elementos traqueais do xilema (HACKE et al. 2001), principalmente em espécies perenes como as árvores frutíferas que podem ser expostas aos períodos variáveis de restrição hídrica por seca ou salinidade ao longo de sua vida, o que muitas vezes resulta na perda da função do xilema (TYREE e SPERRY, 1989; HOLTITA et al.2009; ZWIENIECKI e HOLBROOK 2009; SECCHI e ZWIENIECKI, 2010).

A embolia pode interromper total ou parcialmente o transporte de água, intensificando ainda mais o déficit hídrico nos tecidos adjacentes, provocando a perda da condutividade hídrica (cavitação) (SPERRY 2003; HACKE e SPERRY, 2001). Os condutos do xilema das folhas são os primeiros a sofrerem os efeitos da cavitação que podem ser propagados por todo o sistema hidráulico (HACKE e SPERRY, 2001; SPERRY 2003), afetando o transporte hídrico por todo o xilema e mudando a disponibilidade de água (TYREE e EWERS, 1991), nutrientes e mensagens hormonais a partir da raiz para as folhas (DAVIES et al., 1994).

Há também o processo “lento” caracterizado por modificações do crescimento radial dos vasos e, como consequência, do tamanho destes, restringindo a circulação de solventes (TYREE e EWERS, 1991; LOVISOLO e SCHUBERT, 1998).

A recuperação da função do xilema nem sempre acontece, principalmente quando há extensos períodos de estresse severo. No entanto, o aumento da disponibilidade de água em algum momento, seguida de redução na tensão do xilema pode fornecer o alívio necessário do estresse para permitir a restauração da capacidade hidráulica do xilema para níveis aceitáveis de transporte (BURGESS e DAWSON 2004; LAUR e HACKE 2014; MAYR et al. 2014).

O sucesso deste processo costuma depender da atividade fisiológica da planta durante a fase inicial do estresse. A preparação hidráulica pode incluir atividade das células parenquimáticas do caule que respondem à perda de função de transporte do xilema (isto é, interrupção do transporte) ou presença de embolia e a utilização de açúcares de reserva para tal fim (SALLEO et al., 2009; NARDINI et al., 2011; BRODERSEN e McELRONE, 2013; CHITARRA et al., 2014; ROWLAND et al., 2015; ADAMS et al., 2017).

Na última década estudos tem descrito mudanças nos níveis de expressão de genes nas células do parênquima que respondem a embolia induzida artificialmente, com alterações fisiológicas que incluem a regulação positiva de enzimas do metabolismo de carboidratos (utilizando a degradação do amido), transportadores de açúcar e íons, e aquaporinas (SECCHI e ZWIENIECKI 2010; SECCHI et al., 2011; SECCHI E ZWIENIECKI, 2012; SECCHI e ZWIENIECKI, 2016).

O primeiro modelo foi proposto por Secchi e Zwieniecki (2012), em que plantas com restrição hídrica (onde ocorre o processo de embolia dos vasos xilemáticos) aumentariam a degradação do amido (SALLEO et al., 2009), convertendo-o em sacarose, uma noção apoiada pelo aumento na expressão de enzimas das vias metabólicas do di-carboidrato, as quais incluiriam enzimas de degradação do amido (SECCHI et al., 2011).

O aumento da concentração de sacarose no simplasto poderiam mudar o gradiente de sacarose da membrana, permitindo o efluxo deste carboidrato em compartimentos apoplásticos via sacarose acoplada a H⁺ transportadores (WIPPEL et al.,

2010; GEIGER, 2011;). Alternativamente a este modo de transporte, ensaios em sistemas heterólogos com proteínas ZmSUT1 catalisadas por transportadores simporte H⁺-acoplados a sacarose mostraram que este é dependente da direção da sacarose e do gradiente de pH, bem como do potencial de membrana (CARPANETO et al., 2010; CARPANETO et al., 2005).

No novo modelo proposto por Secchi e Zwieniecki (2016), a partir de observações in vivo em híbridos de álamos brancos (*Populus tremula x Populus alba*; Institut National de la Recherche Agronomique France clone 717-1B4), em condições severas de estresse hídrico e analisando o papel do pH apoplástico, o acúmulo de açúcar no xilema é realmente controlado pelo pH da seiva xilemática através de invertases ácidas (responsáveis pela hidrólise da sacarose em glicose e frutose) e pela atividade de bombas de prótons.

Portanto, em condições de hidratação adequada, o xilema exibiria forte tendência a se manter funcional e as células em nível próximo ao estado estacionário do pH da seiva xilemática, situação esta, que continuaria similar mesmo em estresse hídrico moderado, sugerindo-se que o pH mudaria em plantas submetidas ao estresse e que sofreram fechamento parcial dos estômatos (SHARP e DAVIES, 2009). Nestas condições o pH médio é maior que 6, levando para atividade de inversões muito baixa (GOETZ e ROITSCH 1999), com a direção do fluxo de sacarose sendo controlada pela baixa concentração deste açúcar na célula devido ao maior acúmulo de amido (alto pH apoplástico promove efluxo).

Já em níveis severos de estresse hídrico quando ocorre embolia e/ ou fechamento estomático, a planta experimentaria redução nas taxas de fluxo transpiracional (NARDINI e SALLES, 2005; COCHARD et al., 2002; BRODRIBB et al., 2003; BUCKLEY, 2005; McDOWELL et al., 2008; MEINZER et al., 2009; URLI et al., 2013). Essa interrupção mudaria o equilíbrio dos fluxos de carboidratos no xilema, ou seja, o amido seria degradado formando açúcares mais simples, e o acúmulo temporário de sacarose no apoplastos poderiam desencadear uma resposta ao estresse celular (SECCHI e ZWIENIECKI, 2011).

Como resultado, ocorreria um aumento na concentração celular de açúcares solúveis (maltose e depois sacarose), desde que esta não fosse a única prote-

ção osmótica do estresse, deslocando o gradiente de sacarose da membrana e desencadeando o efluxo de sacarose acoplada a prótons (WIPPEL et al., 2010; CARPANETO et al., 2005).

Este efluxo poderia então ser responsável pelo aumento inicial da concentração de sacarose apoplástica e queda de pH, o qual também poderia ser promovido pela atividade de bombas de prótons H⁺-ATPase. Assim o pH mais baixo levaria ao aumento de várias vezes nos níveis apoplásticos de sacarose (SECCHI e ZWIENIECKI, 2016).

Sequencialmente a ativação da enzima invertase dividiria a sacarose em frutose e glicose, reduzindo os teores de desta e promovendo seu efluxo via co-transportadores de sacarose ou por intermédio de efluxo passivo através da membrana. O nivelamento do pH apoplástico poderia ser alcançado pelo aumento da atividade dos anti-carreadores de íons que estabilizaria não apenas o novo pH mais baixo, mas também aumentaria concentração de íons metálicos (SECCHI et al., 2011; SECCHI e ZWIENIECKI, 2012;). Essa noção de estabilização de pH é suportada por medições *in vivo* (pH estabilizado em 5.6) e pelo aumento observado em experiência *in vitro* (tampão pH 4,5) (SECCHI e ZWIENIECKI, 2016).

Após ocorrer a redução do estresse, os açúcares se acumulariam continuamente no xilema e o pH tenderia a permanecer baixo até que o xilema estivesse funcionalmente recuperado. Assim, esta recuperação da função de transporte e a conseqüentemente remoção da embolia seria facilitada pelos altos níveis de compostos osmóticos presentes no xilema e na planta inteira, reduzindo o grau de estresse hídrico das plantas (SECCHI e ZWIENIECKI, 2012). À medida que o fluxo transpiratório é retomado, a reação de estresse celular é "desencadeada" lavando os açúcares e mudando o pH xilemático, a partir da entrada de água pelo sistema radicular.

Portanto, no cenário proposto, a recuperação da funcionalidade do caule seguiria o fluxo de reidratação da planta, facilitada por um "priming" do xilema via acúmulo de solutos no apoplasto do xilema (SECCHI e ZWIENIECKI, 2016).

No entanto, vale ressaltar, que mesmo o nível de acúmulo de açúcar muitas vezes não permita a imediata recuperação da função do xilema em estresse como detectado em ensaio anterior (SECCHI e ZWIENIECKI, 2012). Os mecanismos propostos neste novo modelo dão a entender que o acúmulo de carboidratos poderia

de certa forma preparar o xilema para restauração acelerada de sua função ao retornar a condições de hidratação adequada, isto por que, como observado o amido é uma molécula osmoticamente inerte, não tendo outra função além do armazenamento, atuando como recursos que se acumulam na planta e podem ser mobilizados no futuro para apoiar a biossíntese para crescimento ou outras funções da planta (CHAPIN et al., 1990).

Já na contramão deste, os açúcares solúveis oriundos de sua degradação são osmoticamente ativos e, portanto, além do armazenamento e função energética, desempenhariam papéis imediatos, incluindo a manutenção da integridade celular (por exemplo, osmoproteção, osmorregulação) e funcionamento vascular (conforme descrito), garantindo a homeostase dos tecidos vegetais (PIPER e PAULA, 2020; PAGLIARINI et al., 2019; PIPER et al., 2017).

Além do fator quantitativo, esses solutos se acumulariam preferencialmente no citosol e organelas, fazendo o contraponto na homeostase osmótica com os íons salinos que se acumularam nos vacúolos. (SILVEIRA et al., 2010).

2.3 TERRA DE DIATOMÁCEA OU DIATOMITA

Terra de diatomáceas (DE) ou diatomita é composto de rochas sedimentares formado a partir da deposição do esqueleto (paredes celulares) de algas diatomáceas, as quais são ricas em sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (BATES e JACKSON, 1987; FRAYSSE et al., 2009). É pó atóxico aos mamíferos, de coloração branca a creme, de ocorrência em muitas áreas do mundo, o qual possui características físicas únicas, como alta permeabilidade (0,1-10mD) e porosidade de 35-65% (MURER et al., 2000), utilizado no controle de lesmas, milípedes, insetos, baratas, formigas e insetos de corpo mole, como pulgões.

Este composto parece também ser capaz de aumentar a aeração de solos, reduzindo sua compactação e permitindo maior fluxo de água e ar, o que favoreceria o crescimento das raízes e a transferência de nutrientes (AKSAKAL et al., 2013).

A sua utilização se dá principalmente no campo da agroecologia, demonstrando efeito como agente inseticida, isto porque o mesmo tem a capacidade de absorver a película protetora que envolve o corpo dos insetos, fazendo com que

estes morram por desidratação, sem o risco de desenvolverem resistência como no caso de produtos químicos (KORUNIĆ et al., 2016).

No entanto, ainda são restritas as pesquisas sobre os efeitos da terra diatomácea na melhoria dos caracteres agronômicos de culturas. Porém os trabalhos existentes têm aberto novas perspectivas para seu uso no desenvolvimento e características de flores, culturas hortícolas e agronômicas. A exemplo do trabalho realizado por Escobar et al. (2014) o qual objetivou avaliar o efeito da terra de diatomáceas na fertilização e controle biológico em milho (*Zea mays*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cenoura (*Daucus carota* L.) e batata amarela (*Solanum phureja*), tendo ganhos nas variáveis fenológicas e de produtividade e, no controle de pragas como mosca branca (*T. vaporariorum*) e tripes (*Thrips tabaci*).

Para o arroz (*Oryza sativa* L.), a suplementação com terra de diatomáceas como fonte de silício melhorou o crescimento das plantas e a qualidade e a absorção de nutrientes das plantas em estresse hídrico (PATI et al., 2016).

Em outro trabalho com esta mesma cultura, em três tipos de solo (ácido, neutro e alcalino) do Sul da Índia, com duas condições de umidade (capacidade de campo e inundação), a utilização de terra de diatomáceas aumentou o rendimento de grãos em plantas cultivadas em submersão, independentemente do tipo de solo. Quanto a absorção de silício, esta aumentou para solos ácidos e alcalinos, mas não para solos neutros em a condição de inundação, enquanto que em capacidade de campo, a captação de silício foi aumentada em relação ao controle apenas em solo alcalino (SANDHYA et al., 2018).

Com espécies ornamentais, foram estudados os efeitos da terra de diatomáceas como complemento no crescimento e nas características das flores, na fisiologia e absorção de nutrientes da dália (*Dahlia* Cav. × *hybrida* 'Dahlinova Montana'), Susan de olhos negros (*Rudbeckia hirta* L. 'Denver Daisy') e margarida (*Gerbera jamesonii* L. Festival Light Eye White Shades), em inundação, demonstrando efetividade em seu uso, visto que aumentaram a capacidade em tolerar o estresse, aumento nas folhas para os teores de N, P, K, Mg e Ca em Dália 'Dahlinova Montana' e Susan de olhos negros 'Denver Daisy'. Além disso a transpiração foi mantida nas três espécies, mesmo em estresse hídrico (MILLS-IBIBOFORI et al., 2019).

Em espécies frutíferas a adição de terra diatomácea foi eficiente no aumento do número e, comprimento da raiz e da área foliar de morangueiros (ILKER et al., 2011), e no teor de macro e micronutrientes em folhas de goiabeira quando este

composto foi utilizado como fonte de silício, em diferentes aplicações no solo (KUMAR-DAS et al., 2017).

2.4 PAPEL DO SILÍCIO PRESENTE NA TERRA DE DIATOMÁCEA NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS

O silício presente em alta concentração na terra de diatomácea na forma de dióxido de silício, mesmo não sendo considerado nutriente essencial para as plantas (PILON-SMITS et al., 2009), tem se mostrado eficiente no aumento da tolerância aos diversos tipos de estresses bióticos e abióticos (DATNOFF et al., 2007).

Sua absorção pelas raízes das plantas se dá em conjunto com a água por fluxo de massa, na forma de ácido silícico $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ (MA e TAKAHASHI, 2002), sendo que os mecanismos de entrada diferem grandemente entre as espécies e podem abranger tanto processos ativos, através da passagem do elemento em locais específicos da membrana, como nos canais proteicos de entrada de água ou através de proteínas específicas que atuam na absorção (RAVEN, 2001) quanto passivos, por difusão ou fluxo de massa (MITANI e MA, 2005).

Após ser absorvido, o silício é transportado para parte aérea via xilema onde se deposita na forma de sílica amorfa hidratada, inicialmente nos tecidos mais jovens, principalmente nas paredes das células da epiderme, e, posteriormente, vai acumulando-se nas partes mais senescentes formando dupla camada de sílica-cutícula e sílica-celulose (HAMEED et al., 2013)

Por este fato, os teores de silício nas raízes seriam menores quando comparados aos da parte aérea. Entretanto, a cultura da soja é exceção, a qual apresenta maiores teores do elemento nas raízes em comparação às folhas (OLIVEIRA, 2004).

Quanto à sua redistribuição na planta, ou seja, sua mobilidade de um local da planta para outro qualquer (folha, fruto, ramo), o silício é considerado elemento pouco móvel (SHAKOOR e BHAT, 2014), concentrado-se nos tecidos de suporte das plantas, como no caule e nas folhas, podendo, em alguns casos, ser encontrado em pequenas quantidades nos grãos (KORNDÖRFER, 2007).

Entre as principais respostas da utilização de silício em plantas estão o aumento da resistência às doenças e pragas; tolerância à toxicidade por metais pesados, estresses hídricos e salinos; menor transpiração; promoção de crescimento

e nodulação em leguminosas; efeito na atividade de enzimas e na composição mineral; melhoria da arquitetura das plantas; redução no acamamento e consequente aumento da taxa fotossintética e de produtividade e, do conteúdo de prolina em estresse salino e hídrico (ALAGHABARUY et al., 2004; AMARAL et al., 2008; PINTO et al., 2009; LIMA et al., 2011; DEMATTÊ et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013; ZHANG et al., 2017; ZHANGA et al., 2018).

Todas estas respostas parecem estar associadas a capacidade do silício, assim como K^+ e do Ca^+ , em regular o ajuste osmótico e reduzir a absorção de Na^+ pela planta, devido à diminuição da transpiração por acúmulo do elemento nas folhas, além de aumentar a relação K^+/Na^+ e, estimular a atuação de sistemas de defesa antioxidante enzimáticos e não enzimáticos mediados pelo superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POD), ascorbato peroxidase (APX), glutathione peroxidase (GPX), glutathione (GSH) e ascorbato (AsA), os quais são responsáveis por reduzir danos oxidativos nas membranas através da eliminação de espécies reativas de oxigênio (MITTLER et al., 2002; DIAS e BLANCO, 2010; SHI et al., 2013; ZHANG et al., 2018).

2.4.1 Efeito da Aplicação Exógena de Fontes de Silício em Plantas

As primeiras pesquisas com a finalidade de identificar o papel fisiológico do silício foram baseadas na cultura do arroz, através da observação das plantas que receberam doses do elemento, as quais passaram a apresentar maiores teores de biomassa, bem como folhas mais eretas e maior rendimento de grãos (MA et al., 2001).

De la pra cá têm-se realizados estudos a fim de comprovar o efeito benéfico do silício no manejo de diversas culturas, principalmente naquelas acumuladoras de silício (KORNDORFER et al., 2002), as quais são assim nominadas por apresentarem teores maiores que 1,0% no tecido foliar, enquanto as conhecidas como não acumuladoras possuem teores menores que 0,5% (MA, et al., 2001).

Chen et al. (2014) relataram que o silício poderia aliviar os efeitos do estresse salino nas duas fases de inibição do crescimento vegetativo. No entanto, é mais evidente na fase de estresse osmótico. Há também evidências da melhoria no teor relativo de água na folha com a aplicação de Si em plantas submetidas ao estresse salino, como já descrito para cereais e plantas como arroz (YEO et al., 1999),

trigo (TUNA et al., 2008), feijão (ZUCCARINI, 2008), milho (PARVEEN e ASHRAF, 2010), sorgo (LIU et al., 2015), tomate (LI et al., 2015), pepino (WANG et al., 2015) e girassol (ASHRAF et al., 2015).

As relações hídricas ocorrendo em estresse salino por meio do estudo de Zhu et al. (2015) demonstraram que o silício pode atuar como eficiente agente na redução do potencial osmótico do xilema de raízes de pepino via acúmulo de açúcares solúveis, que em conjunto com outros mecanismos fisiológicos garantiria a melhoria na absorção de água em plantas em estresse salino. Além disso, estes mesmos autores observaram que a aplicação de silício possibilitou aumento da expressão de aquaporinas nas condições de estresse salino, sugerindo que sua disponibilidade em plantas nestas condições poderia melhorar a atividade e seletividade destes canais proteicos, reduzindo o acúmulo de H_2O_2 , o que também foi observado anteriormente por Liu et al. (2014) em plantas de sorgo.

Oliveira et al. (2016), ao avaliarem o efeito da aplicação de diferentes doses e fontes de silício, via tratamento de sementes de arroz, na sua qualidade fisiológica, observaram aumento no vigor das sementes produzidas.

Zhang et al. (2018) ao investigarem os efeitos a longo prazo do emprego de silício sobre o crescimento e nas características físico-bioquímicas de *Glycyrrhiza uralensis* em estresse salino e hídrico, observaram redução dos efeitos deletérios nas plantas estudadas, bem como, aumento do teor de açúcares solúveis e prolina aos 110 dias de estresse e aumento do teor de proteína solúvel em todos os tratamentos aos 70 dias. Foi possível também observar aumento nas atividades de catalase e ascorbato peroxidase, glutathione reductase, que foi acompanhada pelo aumento do teor de glutathione, o que em contrapartida ocasionou a diminuição das espécies reativas de oxigênio, conteúdo de malondialdeído e permeabilidade da membrana, fazendo com que as tensões osmóticas e oxidativas induzida pelos estresses fossem reduzidas.

Em estresse salino, a taxa de transpiração foliar também sofre alterações consideráveis, tudo para tentar reestabelecer a homeostase da planta, o que poderia ser reforçado com emprego de silício como demonstrado por Yeo et al. (1999); Parveen e Ashraf (2010); Liu et al. (2015); Wang et al. (2015); Mahmood et al. (2016) e Qin et al. (2016).

Associado a melhoria das condições fisiológicas de plantas em estresse, já foi relatado na literatura que o silício também poderia possibilitar alterações na

morfo anatomia do sistema radicular e da parte aérea de algumas espécies, fazendo com que a razão espacial entre ambas fosse alterada para valores superiores, o que garantiria a melhoria da absorção de água e sobrevivência de indivíduos em estresse (JAVOT e MAUREL, 2002; HATTORI et al., 2005, 2009; AHMED et al., 2011a, b; MING et al., 2012).

Por possibilitar alterações no sistema radicular e melhorar a estrutura do solo, o silício poderia ainda aumentar as concentrações de macro e micronutrientes disponíveis para absorção na solução do solo, como relatado para o Mg (XU et al., 2015), N (DETMANN et al., 2012), K (CHEN et al., 2016), P (EMAM et al., 2014), Ca (MATEOS-NARANJO et al., 2013), Fe (PAVLOVIC et al., 2013), Zn (PASCUAL et al., 2016), Mn (WANG e HAN, 2007) e Cu (GUNES et al., 2008)

Mesmo com todos estes resultados, os mecanismos pelos quais o silício contribui para aumentar a tolerância ao estresse salino ainda não foram completamente elucidados, não sendo possível afirmar até que ponto o mesmo seria benéfico ou se esse exerceria alguma toxicidade em condições de estresse aos quais as plantas estariam sujeitas (SHI et al., 2013).

Em sistemas hidropônicos, onde a produção é restrita pela utilização de soluções nutritivas ou a passagem destas por substrato amorfo, a disponibilidade de silício é fortemente influenciada, sendo na maioria das vezes limitada ou inexistente (VOOGT e SONNEVELD, 2011). As plantas cultivadas neste meio na maioria das vezes parecem estruturalmente mais fracas em comparação com as cultivadas no campo (KAMENIDOU et al., 2008). Assim, com base nos efeitos positivos em campo, a adição de compostos relacionados ao silício nas soluções nutritivas parece ser altamente recomendável.

Em roseiras com adição de fontes de silício na formulação de soluções nutritivas, além de apresentarem melhores taxas de sobrevivência e crescimento, mostraram redução da senescência de folhas e flores, geralmente ocasionada por exposição excessiva aos sais do meio ou pelas deficiências no suprimento de oxigênio (REEZI et al., 2009).

O silício também foi eficiente para aumentar o prazo de validade pós-colheita das flores de corte de crisântemo (CARVALHO-ZANAO et al., 2012) e gérbera produzidas de forma hidropônica (SAVVAS et al., 2002).

2.5 PROLINA

A prolina (Pro) é derivada de aminoácidos quaternários, comumente produzidos e acumulados nas plantas em diferentes condições de estresse (SLAMA et al., 2015; NAHAR et al., 2016; MANSOUR e ALI, 2017).

Nos vegetais seus precursores são o glutamato e ornitina. No entanto, a via do glutamato é sua rota preferencial para biossíntese durante os eventos de estresse, a qual ocorreria no citossol e plastídeos, com o glutamato convertido em prolina por duas reações consecutivas catalisadas pelas enzimas pirrolina-5-carboxilato sintase (P5CS) e pirrolina-5-carboxilato redutase (VERBRUGGEN e HERMANS, 2008)

Este aminoácido encontra-se como soluto compatível no citosol, parecendo ser molécula chave de sinalização (QUERO et al., 2014), responsável por contribuir para o equilíbrio osmótico intracelular, quando as concentrações de diferentes íons orgânicos apresentam-se altas no vacúolo, além de proteger enzimas citosólicas e, auxiliar na manutenção do potencial hídrico e na turgescência das células de tecidos, bem como, com efeito protetivo do aparelho fotossintético em diferentes espécies de plantas quando em estresse (GREENWAY e MUNNS, 1980; ASHRAF, HARRIS, 2005; ASHRAF e FOOLAD, 2007; VERBRUGGEN e HERMANS, 2008; AHMED et al., 2010; WANI et al., 2012; DAR et al., 2016).

Além disso, já foi demonstrado que a prolina ativa os sistemas de detoxicação celular, protegendo a membrana plasmática pelo aumento da atividade de vários sistemas antioxidantes, o que resultaria em redução na oxidação lipídica e proteica da membrana resultante do estresse oxidativo induzido por salinidade, garantindo assim a homeostase celular e equilíbrio redox (SZABADOS et al., 2011; MANSOUR, 2013; MANSOUR et al., 2015).

Hoque et al. (2008) mostraram que a prolina melhorou a tolerância ao sal em *Nicotiana tabacum* aumentando a atividade de enzimas envolvidas no sistema de defesa antioxidante. Da mesma forma, a prolina auxiliou no surgimento de brotações de cana-de-açúcar por meio da neutralização do estresse oxidativo induzido pelo estresse salino (RASHEED et al., 2016).

A prolina também seria capaz de induzir a expressão de genes responsivos induzidos pelo estresse salino, como demonstrado por Khedr et al. (2003) para *Pancratium* sp., onde a presença deste aminoácido auxiliou na melhoria da

adaptação da planta ao estresse salino, bem como, no aumento da atividade das enzimas antioxidantes que foram significativamente maiores na presença do aminoácido.

Outra característica importante é que a prolina poderia funcionar como precursor proteico e fonte de energia alternativa para o processo de recuperação de estresse (SZ EKELY et al., 2008; AHMAD et al., 2016; NAHAR et al., 2016), visto que a manipulação de seus teores induzidos por quadros de estresse poderia interferir na concentração de vários outros aminoácidos, fazendo com que ocorresse o processo de regulação coordenado pelas vias metabólicas de aminoácidos em plantas estressadas (SIMON-SARKADI et al., 2005; SLAMA et al., 2015).

Isto foi demonstrado por Parida e Jha (2013) os quais observaram que os teores de aminoácido livre total da folha de amendoim aumentaram em até 5,5 vezes ao serem tratados com 150 mM NaCl. Porém, o mesmo não ocorreu em concentrações de NaCl mais baixas (50 mM ou 100 mM), o que levou estes autores a inferirem a hipótese de que a prolina desempenharia papel no ajuste osmótico e na proteção de macro-moléculas celulares.

Todavia, mesmo demonstrando eficiência no ajuste osmótico de tecidos e aumento da tolerância ao estresse salino, alguns trabalhos, como os realizados por Gagneul et al. (2007); Ghars et al. (2008) e Bendaly et al. (2016) evidenciaram que o acúmulo de Pro não foi alto o suficiente para desempenhar papel efetivo no ajuste do sistema osmótico e homeostase das células.

Portanto, mesmo a prolina parecendo ser eficiente na aclimação de plantas ao ambiente salino, ainda existem várias inconsistências nos dados publicados referentes à acumulação de Pro e suas funções em estresse salino, visto que ainda se sabe muito pouco sobre seus efeitos em relação a concentrações, duração e estágio de desenvolvimento e, ainda há o fato de que a elevação dos seus níveis endógenos não são garantia de que uma planta sobreviverá ao estresse ou se o aminoácido em altas concentrações seria capaz de induzir danos aos tecidos.

2.5.1 Efeito da Aplicação Exógena de Prolina em Plantas

Diversos trabalhos indicam efeitos positivos em inúmeras espécies de plantas quando o aminoácido prolina foi fornecido exogenamente em baixas concentrações, em resposta ao estresse salino, como no caso do feijoeiro

(GADALLAH, 1999), tomateiro (HEUER, 2003), cevada (CUIN e SHABALA, 2005) e tabaco (OKUMA et al., 2000; HOQUE et al., 2007).

Além disso, outro trabalho demonstrou que a prolina foi eficiente no aumento da atividade de enzimas antioxidantes (YAZICI et al., 2007) onde a aplicação exógena de prolina reduziu a peroxidação lipídica e aumentou a tolerância ao sal em plântulas de *Portulaca oleracea*. Ben Ahmed et al. (2010) relataram que a atividade fotossintética, as relações hídricas e os sistemas antioxidantes foram melhorados em espécies florestais pelo tratamento com prolina durante o estresse salino.

Teh et al. (2016), também observaram que a aplicação exógena de Pro em duas cultivares de arroz aumentou significativamente a tolerância a salinidade por parte das plantas.

Rady et al. (2016) descobriram que a aplicação exógena de prolina além de aumentar a tolerância ao estresse e a atividade de enzimas antioxidantes também foi responsável pelas alterações nos padrões de crescimento, na produtividade e na anatomia de variedades de tremoço. Segundo os autores, o efeito atenuante do estresse por aplicação de prolina foi atribuído ao aumento de carotenóides, clorofilas, açúcares solúveis totais e prolina endógena.

Outra descoberta importante, que reforça o papel da aplicação exógena de prolina é a de que ao suplementar-se plantas em estresse salino com este aminoácido houve redução da proporção Na^+/K^+ , aumento da produção de prolina endógena, maior atividade da enzima P5CS, bem como transcrição de níveis elevados de P5CR (NOUNJAN et al., 2012). Esta ação também proporcionou aumento da massa de matéria seca em morangueiros (GERDAKANEH et al., 2010).

Seguindo esta mesma linha de raciocínio, Sobahan et al. (2009) relataram que a prolina exógena foi capaz de suprimir a captação e o acúmulo de Na e aumentar o conteúdo de K em plantas de arroz sujeito a salinidade. Além disso, a adição de prolina na composição da solução nutritiva em que plantas de melão eram cultivadas melhorou os efeitos deletérios da salinidade através da manutenção da estabilidade da membrana plasmática e, conseqüentemente, ocorreu aumento de N, Ca e K foliar e, redução do Na (KAYA et al., 2007).

Orsini et al (2018) ao avaliarem o efeito combinado do filme de cobertura de estufa branca e da aplicação foliar de spray de prolina para reduzir os efeitos deletérios da salinidade em duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* cv. Teideae e cv. Impulsão) em sistema flutuante, observaram que a aplicação exógena de prolina foliar

(até 5 μM) aumentou o rendimento no tratamento controle e a resposta da planta ao estresse salino, sendo que a combinação dos filmes de cobertura branca e a aplicação de prolina permitiu preservar eficientemente o crescimento da planta até o final do ciclo produtivo.

Outras evidências apoiam o importante papel da prolina quando aplicada em baixas concentrações em diferentes espécies de plantas em alta salinidade, como os resultados descritos por Roy et al. (2014), os quais demonstraram que embora em baixa concentração (20, 30 mM) a prolina foi capaz de mitigar os efeitos adversos da salinidade, e maiores concentrações (40, 50 mM) acabaram por exercer efeitos tóxicos, reduzindo o crescimento de plantas juvenis de arroz, sendo este o mesmo quadro observado por Jain et al. (2001) para amendoim e Deivanai et al. (2011) para sementes de arroz.

Estes resultados confirmam o argumento de que o efeito da prolina exógena é dependente da concentração aplicada e da espécie, os quais podem exibir respostas distintas ao tratamento com este aminoácido (GARG, 2002; WANI et al., 2012). Assim se faz necessário delimitar e determinar a concentração ideal de Pro que tem efeitos benéficos e maléficos em diferentes espécies de plantas antes de recomendá-lo para práticas agrícolas sujeitas a estresse salino.

2.6 MICROBIÓTA EM AMBIENTES SALINOS

A sobrevivência de microrganismos halofíticos / halotolerantes em condições salinas ocorrem como resultado de mudanças adaptativas únicas, como troca iônica e / ou o acúmulo de solutos compatíveis ou osmoprotetores, sendo dependentes de alterações no genoma (alto teor de GC) e proteoma (baixa hidrofobicidade, menor tendência para formar hélices e maior para formar estrutura da bobina) (JACOB, 2012).

A diversidade de bactérias presentes em solos afetados por sal e associado as plantas depende dos parâmetros edáficos e as espécies de plantas nele cultivadas. Por exemplo, em estudo com *Aster tripolium*, dentre as bactérias cultiváveis de raízes e rizocompetentes em solos salinos foram encontrados indivíduos Gram-positivos dos filos Firmicutes e Actinobacteria, enquanto que, ao empregar técnicas independentes de cultura foi revelada predominância de bactérias Gram-negativas (SZYMANSKA et al., 2016).

Em outro ensaio, comparando-se a diversidade e a estrutura da comunidade das bactérias da rizosfera e da endosfera da raiz em duas plantas halofíticas, *Glaux maritima* e *Salicornia europaea*, revelaram que, entre as amostras de *G. maritima*, a riqueza e diversidade de bactérias na rizosfera foram maiores do que aquelas na endosfera da raiz, mas foram menores do que as do solo. Em contraste para *S. europaea*, a massa do solo, a rizosfera e a endosfera da raiz tinham riqueza e diversidade bacterianas semelhantes. Os filos dominantes em todas as amostras foram *Proteobacteria* e *Bacteroidetes*. *Rhizobium*, *Actinoplanes* e *Marinomonas*, sendo altamente abundantes em *G. maritima*, enquanto *Sulfurimonas* e *Coleofasciculus* foram mais abundantes em *S. Europaea*, demonstrando diferenças significativas na composição da microbiota associada às espécies de plantas e ao tipo de amostra (YAMAMOTO et al., 2018).

Em um estudo com bactérias endofíticas e rizosféricas isoladas de plantas silvestres e cultivadas de *Salicornia ramosissima*, crescendo em diferentes condições estuarinas, foi observado que os subconjuntos de isolados de diferentes locais de amostragem eram muito diferentes em termos de composição, mas consistentes em termos das características de promoção de crescimento de plantas. Neste, o gênero *Bacillus* foi o mais representativo e expressou uma ampla gama de atividades enzimáticas extracelulares. Cepas halotolerantes de *Salinicola*, *Pseudomonas*, *Oceanobacillus*, *Halomonas*, *Providencia*, *Psychrobacter* e *Brevibacterium* também exibiram vários traços de promoção de crescimento de plantas [por exemplo, ácido acético 3-indol (IAA), ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) desaminase, sideróforos, solubilização de fosfato] (FERREIRA et al., 2021).

Outros estudos mais antigos também já haviam indicado que as espécies dominantes em solos salinos geralmente pertencem ao gênero *Bacillus* sp. *Halobacillus*, *Halomonas* e *Brevibacterium halotolerans* (SGROY et al., 2009; SIDDIKEE et al., 2010; RAMADOSS et al., 2013; SZYMANSKA et al., 2016).

Todas essas bactérias podem viver externa ou internamente na planta hospedeira. Bactérias que vivem fora são classificadas como epífitas, geralmente vivendo nas superfícies foliares, ou na rizosfera, habitando as raízes das plantas no solo (COMPANT et al., 2010). As bactérias que vivem e prosperam dentro da planta hospedeira são chamadas endofíticas (HARDOIM et al., 2008). Todas essas classes de bactérias compartilham inúmeras características essenciais para planta hospedeira

como promoção do crescimento, por exemplo (COMPANT et al., 2010). Porém, para conferir esses benefícios, as bactérias precisam colonizar a endosfera da planta após colonizar a rizosfera (AFZAL et al., 2019).

A colonização é alcançada usando uma bateria de características que envolvem motilidade, apego, degradação planta-polímero e evasão de defesas vegetais. A diversidade de colonizadores endofíticos depende de várias bactérias, fatores específicos de plantas e ambientes. Algumas bactérias endofíticas podem ter ampla gama de hospedeiros e pode ser usado como bioinoculante no desenvolvimento de um sistema agrícola seguro e sustentável (AFZAL et al., 2019).

Por fim, como a diversidade endofítica e externa ainda tem sido estudada de forma discreta, a perspectiva de encontrar bactérias únicas e interessantes são ótimas. As plantas selvagens tendem a sobreviver à dureza do ambiente e a combater o estresse biótico e abiótico, que pode ser assistidos pelos endófitos especializados que eles abrigam. Identificando endófitos bacterianos raros e promissores com plantas em geral características benéficas exigiriam combinação de técnicas dependentes e independentes da cultura. (AFZAL et al., 2019).

Existe ainda imensa necessidade de maximizar as estratégias favoráveis ao meio ambiente na agricultura em condições desfavoráveis, ou seja, estresses bióticos e abióticos. Agentes protetores do estresse para plantas (que aliviam a seca, o alagamento, salinidade, metais pesados e patogenicidade) serão emergentes alternativas para o futuro próximo devido ao cenário global de mudanças climáticas. Nesse sentido, o uso de microrganismos benéficos e suas maquinarias metabólicas podem funcionar como agente anti-estresse para plantas e levar a soluções promissoras para agricultura sustentável e ambientalmente correta. Em todo o mundo, existe enorme mercado crescente da comunidade microbiana para melhoria do crescimento das plantas e maior rendimento em estresses bióticos e abióticos com taxa de crescimento anual de aproximadamente 10% (TIMMUSK et al., 2017).

A rizosfera é ecossistema natural que hospeda numerosos tipos de micróbios, incluindo bactérias, actinobactérias, archeas, fungos, algas e protozoários (MENDES et al., 2013). Esses microrganismos estão naturalmente associados às plantas de várias maneiras incluindo relações mutualísticas, comensais, neutras, exploradoras e competitivo. Alguns desses indivíduos, isto é, bactérias e fungos encontrados na rizosfera vegetal, têm capacidade de entrar nas plantas como endófitos (LAREEN et al., 2016; ULLAH et al., 2019a)

As bactérias endofíticas são muito benéficas para as plantas, bem como para o meio ambiente e seres humanos, pois além de promoverem o crescimento das plantas e controle do fitopatógenos, podem atuar na fitorremediação de poluentes e na produção de produtos naturais (ULLAH et al. 2019b).

Estes microrganismos também facilitam o crescimento das plantas através de melhor absorção de minerais, na adaptação e modificação da morfologia e no metabolismo das raízes (COMPANT et al., 2005 a e b; LATA et al., 2018). Além das características acima mencionadas para promover o crescimento das plantas, as bactérias endofíticas também sintetizam hormônios vegetais em quantidades mínimas, como ácido abscísico (ABA), ácido indolacético (AIA), giberelinas e citocinas que desempenham papel regulador no crescimento e desenvolvimento das plantas (DOBBELAERE et al., 2003).

Szymanska et al. (2016) afirmaram que, cepas bacterianas têm capacidades limitadas para aplicações subseqüentes com multitarefas (por exemplo, adaptação de plantas melhorada ao local), sendo viável a mistura de cepas com diferentes atividades com o intuito de favorecer especificamente o desenvolvimento futuro de inóculos para promoção do crescimento de plantas em solos salinos.

Um dos principais objetivos do século XXI é o de alcançar uma agricultura agrícola sustentável e ecológica de produção para crescente população humana. Além disso, o aumento do estresse hídrico imposto em muitas regiões do planeta também é desafio para as atuais tecnologias convencionais. Entretanto, microrganismos têm, e precisam ser estudados, por todos os papéis benéficos já descritos (ULLAH et al., 2019b), isto por que, de acordo com “Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente” estima-se que cerca de 50% da safra e 20% da agricultura global está em condição de estresse por salinidade (GOVINDASAMY et al. 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios foram conduzidos na UNEPE – Unidade de Ensino e Pesquisa Viveiro de Mudas Hortícolas, Laboratório de Fisiologia Vegetal e Laboratório de Microbiologia, todos situados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos – Paraná.

Foram conduzidos experimentos em duas etapas, sendo uma em condição de laboratório e outro em casa de vegetação, com a *Plinia cauliflora* sendo a espécie utilizada para tal fim.

3.2 ESTRESSE SALINO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES

3.2.1 Germinação de Sementes de *Plinia cauliflora* Tratadas com Terra de Diatomácea ou Prolina em Diferentes Concentrações e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.

Sementes de *Plinia cauliflora* foram obtidas de frutos maduros de jaboticabeira. Para a extração das sementes foi realizado o amassamento manual dos frutos contra uma superfície plana e firme de uma bancada, de modo que os mesmos estourassem e expusessem suas sementes. A mucilagem foi retirada manualmente, por meio de fricção em peneira de malha fina, acrescentando-se cal virgem. Após a remoção da mucilagem, as sementes foram lavadas em água corrente e dispostas em papel pardo, onde permaneceram durante 24h à sombra para retirada do excesso de umidade (Figura 3) (WAGNER-JUNIOR et al., 2011). Posteriormente foram submetidas aos testes de germinação nas condições descritas a seguir.

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos – Paraná de 06 de outubro a 15 de novembro de 2018.

Para tanto, as sementes foram submetidas, de forma independente, a pré-tratamento, por 24 horas, em soluções individuais de NaCl, terra de diatomácea ou prolina (controles), em diferentes concentrações e posteriormente submetidas ao teste de germinação. Também foram realizados ensaios de interação entre pré-tratamento e salinidade, onde as sementes passaram por pré-tratamento com

diferentes quantidades de terra de diatomácea ou prolina, diluídas em 100mL de água destilada, por 24 horas, e então foram submetidas a teste germinativo utilizando água salina, em diferentes condutividades, como suprimento hídrico (Figura 4).

Figura 4 - (A) Frutos de jaboticabeira coletados; (B e C) extração manual de sementes e separação destas da polpa; (C, D e E) Sementes extraídas e dispostas para secagem; (F) Pré-tratamento das sementes com terra diatomácea ou prolina por 24h; (G) Sementes pré-tratadas dispostas em gerbox para germinação; (H) Armazenamento das gerbox em câmara de crescimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Visando simular o estresse salino em diferentes níveis foram utilizadas soluções nas condutividades elétricas de 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS.m⁻¹, com base no uso do cloreto de sódio (NaCl) dissolvido em água destilada, as quais foram aferidas por condutivímetro “Digimed” modelo CD-21 (ANDREO-SOUZA et al., 2010).

Para simular o efeito isolado da terra diatomácea e da prolina sobre a germinação, também foram preparadas soluções destes compostos, sendo para o silício utilizadas 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹ de terra diatomácea [SiO₂ (94,6%); Al₂O₃ (3,38%); TiO₂ (0,21%); Fe₂O (0,23%); CaO (0,42%); MgO (0,44%); Na₂O (0,18%); K₂O (0,11%); MnO (0,01%); P₂O₆ (0,01%) e pH 6-8]. Para as soluções de prolina (L-prolina, P.A, Synth) foram utilizadas as concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g L⁻¹, diluídas em água destilada.

Nos testes de interação entre as condutividades elétricas e as quantidades de terra diatomácea ou prolina, os tratamentos consistiram em seis condutividades elétricas (dS m⁻¹) X pré-tratamento com seis níveis de terra diatomácea (g L⁻¹), e, seis condutividades elétricas X pré-tratamento com seis níveis de prolina (g L⁻¹), utilizando as mesmas concentrações descritas anteriormente.

As sementes, nos diferentes tratamentos, foram submetidas ao teste de germinação, em caixas de poliestireno cristal transparente (11 cm x 11 cm x 3,5 cm, com capacidade de 250 mL) com tampa, dispostas entre papel Germitest, umedecidas com água destilada (controle) ou com cada uma das soluções salinas, obedecendo as condutividades elétricas descritas anteriormente, em 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Em seguida, as caixas contendo as sementes foram mantidas em sala de crescimento a 25 ± 2 °C em prateleiras equipadas com luz LED branca de aproximadamente 30 μmol.m⁻².s⁻¹ e fotoperíodo de 16 h, por 40 dias. A contagem do número de sementes germinadas foi iniciada aos 7 dias após o início dos ensaios, sendo a mesma realizada diariamente até o término do período experimental (40 dias).

Foram consideradas sementes germinadas as que apresentaram protrusão da raiz primária através do tegumento. Decorridos 40 dias calculou-se a porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG), através das seguintes fórmulas:

Porcentagem de germinação (%G), calculada pela fórmula: (FILHO e CARVALHO, 2009)

$$\%G = (N/100) \times 100,$$

em que:

N = número de sementes germinadas ao final do teste.

(Unidade: %)

Índice de velocidade de germinação (IVG), calculado pela fórmula: (MAGUIRE, 1962)

$$IVG = \sum (n_i / t_i)$$

em que:

n_i = número de sementes que germinaram no tempo ' i ';

t_i = tempo após instalação do teste;

$i = 1 \rightarrow 40$ dias.

(Unidade: adimensional).

Tempo médio de germinação (TMG), calculado pela fórmula: (LABORIAU, 1983)

$$TMG = (\sum n_i t_i) / \sum n_i,$$

em que:

n_i = número de sementes germinadas por dia;

t_i = tempo de incubação;

$i = 1 \rightarrow 40$ dias.

(Unidade: dias)

Velocidade média de germinação (VMG) calculada pela fórmula: (LABORIAU, 1976)

$$VMG = 1/t$$

em que:

t = tempo médio de germinação.

(Unidade: dias⁻¹)

Em cada ensaio foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 6 x 6 (quantidades de terra diatomácea ou prolina x condutividade elétrica), com quatro repetições de 50 sementes cada.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de Lilliefors, sendo os dados transformados em Box-cox. Estes foram

submetidos a análise de variância, sendo realizada a análise de regressão polinomial, a fim de verificar o comportamento das variáveis em função dos níveis de silício ou prolina versus condutividade elétrica, com o uso do pacote estatístico R e sua interfaces.

3.3 DESENVOLVIMENTO, CONSUMO HÍDRICO E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE MUDAS DE JABUTICABEIRA TRATADAS COM TERRA DIATOMÁCEA E PROLINA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

3.3.1 Acompanhamento do Desenvolvimento das Mudanças e Consumo Hídrico

Os ensaios foram conduzidos na Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) Viveiro de Mudanças Hortícolas e no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos – Paraná de 01 de julho a 01 de novembro de 2019.

Foram utilizadas mudas de jabuticabeira oriundas da via seminífera, produzidas previamente em sacos de polietileno preto com a mistura de substrato comercial + Latossolo vermelho + areia (1:1:1 v/v) as quais foram mantidas em viveiro, com telado, cuja malha possibilitava 50% de sombreamento.

No momento da implantação do experimento, as mudas apresentavam-se com 12 meses de idade, a contar do período de seu enraizamento, dispondo de sistema radicular e aéreo desenvolvidos.

Estas mudas foram transplantadas e cultivadas em lisímetros de drenagem, com aproximadamente 5 L de capacidade dispostos sobre bancada metálica dentro de casa de vegetação. Os lisímetros foram confeccionados com baldes plásticos, com uma perfuração lateral, próximo a base, onde foram acopladas mangueiras cristal de ½ polegada, com a finalidade de conduzir a água drenada até uma garrafa Pet®, a qual permitiu contabilizar o volume de água drenado (Figura 5) (COLOMBO, 2017)

Figura 5 - (A) Montagem dos lisímetros de drenagem; (B) Lisímetros em funcionamento dentro da casa de vegetação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Cada lisímetro foi preenchido com 250 g de brita em sua base, para garantir a correta drenagem e o não entupimento das mangueiras de saída, recobertos com manta de TNT branco e sobre esta base foi alocado 4 kg da mistura de latossolo vermelho + condicionante de solo, nas porcentagens de 85 e 15%.

A mistura empregada na composição dos lisímetros foi submetida a análise das características químicas no Laboratório de Solos da UTFPR – Campus Pato Branco (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização inicial do substrato utilizado nos lisímetros*. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

MO	C	P	P Rem.	NCP	P Relat.	K	K	Ph	CTC pH 7,0	CTC Efetiva
g/dm ³	g/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	%	Cmolc/dm ³	(mg/dm ³)	CaCl ₂	Cmolc/dm ³	Cmolc/dm ³
67,3	39,19	149,7	14,24	9,57	1564,3	2,53	986,7	5,3	28,32	23,71
Al	H+Al	Ca	Mg	SB	V	Fe	Mn	Cu	Zn	
%	Cmolc/dm ³	Cmolc/dm ³	Cmolc/dm ³	Cmolc/dm ³	%	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	
0	4,61	12,82	8,36	23,71	83,72	46,6	96,8	4,9	10,5	

*As metodologias utilizadas foram: MO por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn, e Mn extraídos com solução de Mehlich⁻¹; pH cm ₂CaCl 1:2,5; Ca, Mg e Al trocável extraídos com KCl 1 mol⁻¹.

Após o preenchimento dos lisímetros com substrato, as mudas foram transplantadas e estes alocados sobre bancada, a cerca de 60 cm do solo, em casa de vegetação com ambiente controlado (temperatura de 25 °C e umidade relativa próximo a 80%), buscando-se isolar o fator precipitação.

As variáveis meteorológicas como temperatura (°C) e umidade relativa (%) foram medidas com uso de um registrador automático (data logger UX120-006M) com intervalos de leitura de 15 minutos, o qual foi instalado no interior da casa de vegetação (dados vide Apendice 1).

As plantas permaneceram por 30 dias em aclimação, recebendo apenas água destilada em sua irrigação, a qual era realizada diariamente no período da manhã, de forma manual, com o auxílio de proveta graduada. O volume drenado foi quantificado sempre antes da nova irrigação, e este completado, caso necessário, com água, garantido volume suficiente para manter o solo próximo a capacidade de campo e com drenagem mínima. Sequencialmente, media-se a quantidade de água drenada na garrafa Pet, completando-se com valor conhecido de água e irrigando-se o substrato do lisímetro buscando-se a capacidade de campo (COLOMBO, 2017). Assim, se repetia para todos os lisímetros em todos os dias de aclimação.

A aplicação dos tratamentos com terra de diatomácea e prolina, foram realizados aos 31 dias após o transplante das mudas (DAT), via solo, depositando-se na base das plantas a terra diatomácea na concentração de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹ ou prolina (L-prolina) nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹ (Figura 6).

Figura 6 – Tratamento com (A) terra diatomácea e (B) prolina em mudas de jaboticabeira. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Neste mesmo momento deu-se início a aplicação das soluções salinas a base de NaCl nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS.m⁻¹, em substituição a água destilada do período de aclimatação, as quais também compuseram o tratamento controle salino, com as plantas recebendo apenas soluções salinas.

As irrigações eram realizadas em dias alternados, no período da manhã, de forma manual, com o auxílio de proveta graduada. O volume drenado era quantificado sempre antes da nova irrigação, sendo subtraído do valor irrigado (quantia de solução colocada em cada lisímetro) no período anterior. Após este procedimento o conteúdo de solução salina que havia sido drenado e contabilizado nas garrafas era descartado e repostado com nova solução salina, garantido volume suficiente para manter o solo próximo a capacidade de campo e com drenagem mínima. Assim, se repetia para todos os lisímetros em todos os dias, durante todo período de avaliação (COLOMBO, 2017).

A determinação da evapotranspiração potencial da cultura (ETp) foi realizada através do método de lisímetro de drenagem e calculado através da equação 1 (SALASSIER, 2006):

$$\text{ETp: (Volume irrigado – Volume drenado) / Área do vaso}$$

Aos 30 e 90 dias, realizou-se as seguintes análises morfo-métricas: altura do caule, altura da copa, altura total, diâmetro do caule, número de brotações apicais novas, número de folhas, diagnose visual quanto alterações nutricionais e presença de patógenos.

Também foram avaliados aos 30 e 60 dias, o teor de clorofila “a”, “b” e “total” os quais foram mensurados com medidor portátil de clorofila Falker (clorofiLOG Falker), sendo avaliadas 5 folhas em completa expansão, de ramos maduros, escolhidas aleatoriamente na porção média de cada planta, sendo este método não destrutivo.

Aos 60 dias, com o início de queda considerável de folhas nas plantas com maior condutividade, optou-se por adiantar a coleta de amostras foliares, que seria realizada apenas ao término do período experimental. Para tanto 20 folhas por planta de todos os lisímetros, foram coletadas e porcionadas em quatro subamostras, sendo uma parte fotografada, outra encaminhada a laboratório especializado para a

análise de macro e micronutrientes, outra fixada em F.A.A 70%, para posteriores análises anatômicas.

Aos 90 dias do experimento, quando deu-se o término do período experimental, a condutividade da água de lixiviação do solo foi aferida, visando quantificar o acúmulo e aumento dos níveis de salinidade nesta matriz, também realizaram-se avaliações do diâmetro do colo, massa de matéria fresca e seca de raiz, caule e folhas; comprimento da maior raiz; densidade radicular; análise e descrição visual do sistema radicular de acordo com o diagrama e escala de notas da arquitetura radicular proposto por Reis (1996), índice de tolerância a salinidade (ARAUJO et al., 2016) e de qualidade de mudas de Dickson (DICKSON et al., 1960).

Antes de realizar-se as avaliações de massa de matéria fresca e a secagem do material, foram retiradas pequenas amostras caulinares, da região mediana, as quais foram fixadas em F.A.A 70%, para posteriores análises anatômicas.

Além disso, ao término do período experimental foram coletadas amostras de solo de todos os lisímetros buscando avaliar as condições nutricionais finais de cada substrato, as quais foram encaminhadas para análises químicas no Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco (Apendices 2 e 3).

Amostras da última água de drenagem e do solo final também foram coletadas para todos os lisímetros, com o intuito de isolar e identificar a microbiota bacteriana final, a qual, caso presente, poderia ser potencialmente resistente a salinidade, contribuindo com os resultados obtidos ao longo do período experimental e demonstraria a saúde do solo com base nos tratamentos empregados.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 6 (quantidade de terra diatomácea ou prolina x condutividade elétrica), com 3 repetições cada, sendo cada lisímetro uma unidade experimental.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de Lilliefors, sendo os dados transformados em Box-cox, seguindo os pressupostos matemáticos. Estes foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e análise de regressão polinomial, a fim de verificar o comportamento das variáveis em função das quantidades de terra diatomácea ou prolina versus condutividades elétricas, com o uso do pacote estatístico Rstudio e suas interfaces.

3.3.2 Diagnose Visual do Estado Nutricional e Análise dos Teores de Macro e Micronutrientes em Folhas de Jabuticabeira Tratadas com Diferentes Quantidades de Terra Diatomácea ou Prolina e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.

Durante a condução dos experimentos de desenvolvimento e consumo hídrico (3.3.1) as plantas foram monitoradas, sendo registrados ao longo do tempo o surgimento dos sintomas de deficiência ocasionados pelo estresse salino.

Aos 60 dias, com o início de queda considerável de folhas nas plantas com maior condutividade, foram realizadas a coleta de amostras foliares. Para tanto 15 folhas por planta de todos os lisímetros, foram fotografadas e encaminhadas ao Laboratório especializado Terranalises para a quantificação de macro e micronutrientes nos tecidos, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros analisados na quantificação de macro e micronutrientes em folhas de jabuticabeira tratadas com terra diatomácea (silício) e prolina em diferentes concentrações e submetidas a níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

DADOS RELATIVOS AO ENSAIO				
PARÂMETRO	LQ	U95%	Melo de Extração	Método
Proteína Bruta	-	-	Calculo	Calculo
Nitrogênio total	0,5	-	Digestão Sulfúrica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Fósforo	0,15	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Potássio	0,15	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Cálcio	0,15	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Magnésio	0,15	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Ferro	0,50	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Manganês	0,50	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Cobre	0,50	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Zinco	0,50	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Boro	0,50	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009
Enxofre	0,15	-	Digestão Nitro-perclórica	EMBRAPA - 2ª edição, 2009

3.3.3 Condutividade Elétrica do Solo

Esta análise foi baseada na condutividade elétrica da solução do solo. Para tanto foram pesadas 10 g de solo as quais receberam 5 mL de água deionizada, sendo sequencialmente homogeneizadas com espátula de aço inoxidável até a massa do solo apresentar aspecto brilhante ou espelhante (Figura 7). As amostras foram deixadas em repouso durante 4 horas sendo então transferidas para tubos do tipo Falcon.

Para a extração da solução de solo foi utilizado o método de centrifugação, descrito por Gillman (1976), e adaptados por Miranda (1996), com as amostras incubadas sendo submetidas a uma força centrífuga relativa correspondente a 900 g, por 40 minutos, para extração da solução de solo, a qual foi coletada e submetida a leituras diretas da condutividade elétrica, sendo expressa em dS m^{-1} .

Figura 7 - Amostras de solos submetidas a análise de condutividade elétrica. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



3.4 ANALISES ANATÔMICAS DE FOLHAS E CAULES DE JABUTICABEIRA TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

Para verificar possíveis alterações na anatomia de estruturas vegetativas, amostras de caules jovens e folhas (totalmente expandidas) de todas as plantas foram coletadas, lavadas em água destilada, fixadas em F.A.A 70% (JOHANSEN, 1940), durante 72 horas e conservadas em etanol 70% (JENSEN, 1962).

O processamento das amostras de caules fixadas consistiu na desidratação em um intervalo de tempo de 1 hora para cada troca, em série etílica e butílica [80, 90 e 100%, etílico butílico (3:1), etílico butílico (1:1), etílico butílico (1:3) e butílico puro] permanecendo 'over night' em álcool butílico + parafina (1:1), e

posteriormente submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras foram emblocadas (parafina + cera de abelha 8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, os blocos foram colocados em suporte de madeira. Para a caracterização anatômica foram feitos cortes transversais em micrótomo rotativo semimotorizado (RM2245-Leica), a 12 μ m de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (1930).

Posteriormente, os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em em safranina 1% e azul de astra, por 20 min (GERLACH, 1984). Em seguida, o material foi lavado em água destilada e desidratado em série etílica (30%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100%), para posteriormente serem submetidos a série xilólica e montados com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula.

Para as amostras foliares foram realizados cortes transversais à mão livre das lâminas foliares, as quais posteriormente passaram por diafanização em hipoclorito de sódio 2,5% por aproximadamente 10 minutos. As secções foram lavadas em água destilada e submetidas à dupla coloração com azul de astra e fucsina básica, na proporção de 3:1 (ROESER, 1972; KRAUS et al., 1998). Após a coloração, os cortes foram desidratados em série alcoólica 30%, 50%, 70%, 90%, 100%, por aproximadamente 30 segundos por concentração, sendo em seguida desidratados em xilol e álcool (1:1) e xilol puro, adaptando a metodologia de Johansen (1940). As secções foram montadas entre lâminas e lamínulas utilizando-se resina Verniz Vitral incolor, da marca Acrilex® (PAIVA et al., 2006).

Foram confeccionadas 5 lâminas permanentes por tratamento para os caules, compostas por um corte cada. Para as folhas, obteve-se 3 lâminas permanentes por tratamento, compostas por dez cortes cada. Em ambos os casos, as microfotografias com utilização das objetiva de aumento 100 e 400x foram capturadas pelo microscópio óptico Primo Star (Zeiss) com câmera digital acoplada e as imagens registradas através programa Zen Lite 2012.

3.5 ANALISE DA MICROBIOTA BACTERIANA DO SOLO E DA ÁGUA DE LIXIVIAÇÃO DOS ENSAIOS DE CONSUMO HÍDRICO POR *Plinia cauliflora* TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

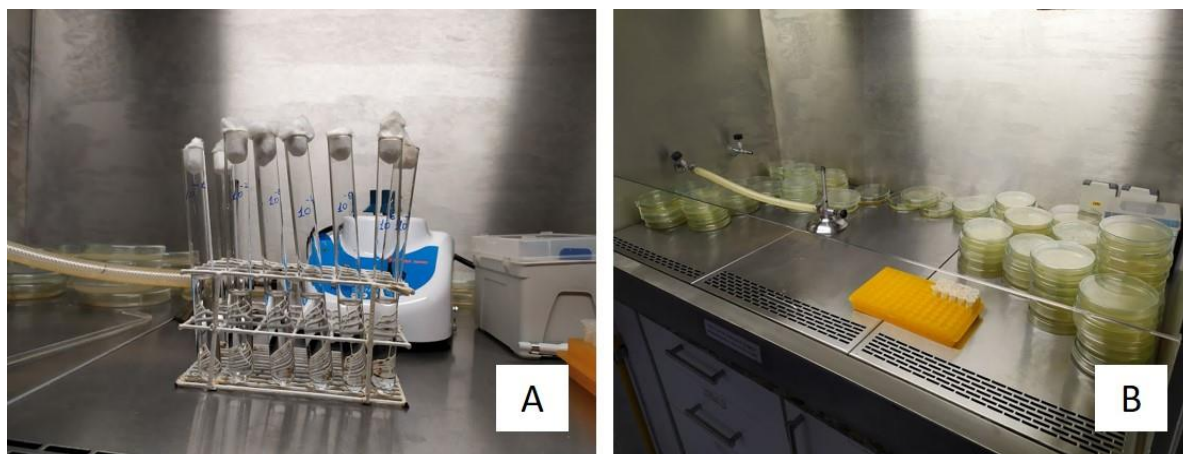
3.5.1 - Isolamento das Bactérias do Solo e da Água de Lixiviação.

O isolamento bacteriano nas águas de lixiviação e amostras de solo coletados nos ensaios foram realizados no Laboratório de Microbiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

Inicialmente foram preparadas soluções estoque com a diluição de 1 mL de água de lixiviação em 9 mL de solução salina 0,85%, sendo as amostras agitadas em vórtex. Após homogeneização das amostras foi realizado o processo de diluições seriada de 10^{-1} a 10^{-7} , em duplicata biológica (Figura 8) sendo alíquota de 0,1mL de cada diluição inserida de forma individualizada em placas de petri contendo meio de cultura ágar Mueller Hinton (MH) através do plaqueamento em superfície, com auxílio de alça de Drigalski. Logo após as placas foram armazenadas em estufa a 37°C por 24 horas, ou até a obtenção do crescimento das colônias (ARDHI et al., 2019).

Para o solo da rizosfera das plantas foram utilizadas 10g de amostras, diluídas em 25 mL solução salina 0,85%, agitados por 15 minutos em shaker, sendo retirada alíquota de 1 mL da solução a qual foi homogeneizada em solução salina de mesma concentração, sendo submetida a diluição seriada e plaqueamento conforme descrito para água de lixiviação (KEARL, 2019).

Figura 8 - (A) diluição seriada das amostras de água de lixiviação; (B) plaqueamento das amostras em meio Mueller Hinton. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Subsequente ao crescimento das colônias foi realizada a contagem total das bactérias nas diluições em cada placa, sendo as que apresentassem número de células de 30 a 300 colônias selecionadas para o isolamento. Para esta mensuração foi utilizada a raiz quadrada do número total de colônias representada na equação 1, conforme descrito por Bacteriological Manual for Foods (Food Drugs Administration - FDA, 1972). Os isolados selecionados através desta equação foram selecionados e armazenados em geladeira a 4°C, sendo repicados para uma nova placa de petri contendo meio de cultura ágar Mueller Hinton (MH) quando necessário, para manter a viabilidade dos microrganismos.

Eq (1).

N° total de colônias contadas = $X \ n = \sqrt{x}$

3.5.2- Identificação Morfológica das Bactérias do Solo e da Água de Lixiviação.

A caracterização dos isolados bacterianos puros foi realizado a partir de repicagem e crescimento dos microrganismos 24 horas antes dos testes em placas de petri contendo meio de cultura ágar Mueller Hinton (MH) incubados em estufa a 37°C (ARDHI et al.,2019). As placas contendo os isolados foram avaliadas visualmente e diferenciadas a partir de características morfológicas da colônias (forma, elevação, cor, textura e bordo). Foram realizados testes bioquímicos de coloração de gram e observação dos microrganismos em microscópio de luz, classificando-os em gram (+) ou gram (-) (PIUBELI, 2011).

3.6 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Plinia cauliflora* CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO, TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação presente na Unidade de Ensino e Pesquisa Viveiro de Mudanças Hortícolas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos de 01 julho de 2019 a 01 de outubro de 2019.

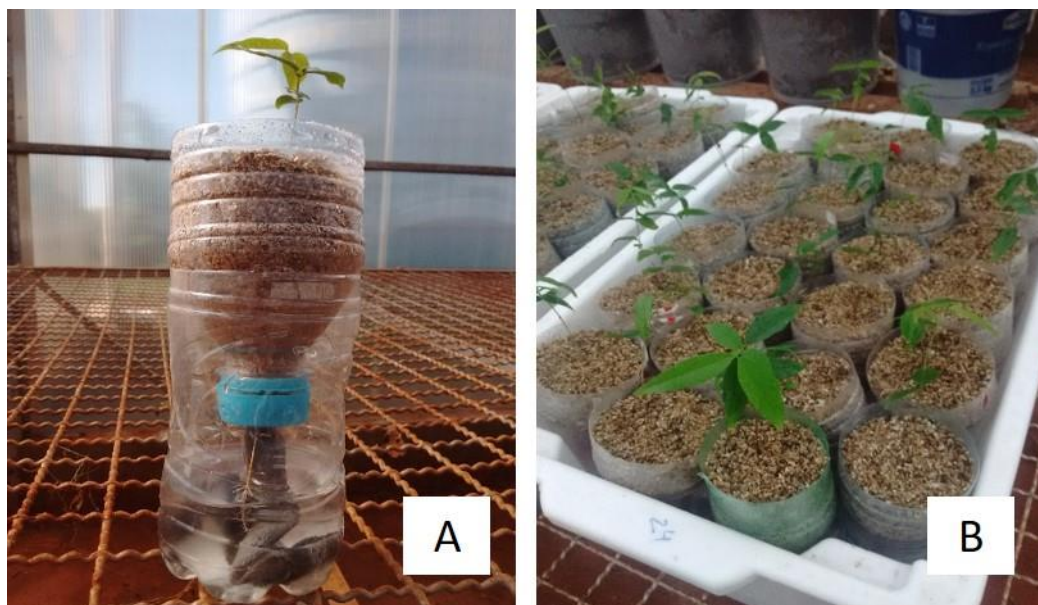
Sementes de *Plinia cauliflora* pré-germinadas sobre papel germitest umedecido com água destilada, em caixas do tipo gerbox conforme descrito no item 3.2.1, foram transferidas para novas gerbox contendo uma faixa de 0,1ml de água destilada, até a emissão dos primórdios foliares (Figura 9).

Figura 9 - Sementes de *Plinia cauliflora* pré-germinadas e com primórdios foliares em desenvolvimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Estas plântulas foram então transplantadas, de forma individualizada, para sistema hidropônico por capilaridade, construído com garrafas Pet transparentes, cortadas ao meio, com um furo central em sua tampa, através do qual foi passado uma faixa de tecido de algodão cinza que fazia a ligação entre o substrato (vermiculita) contendo as plântulas e as soluções (Figura 10).

Figura 10 - (A) representação do sistema hidropônico por capilaridade; (B) plântulas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade em período de aclimação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Estas plântulas nos sistemas permaneceram em casa de vegetação por 15 dias em aclimatização, recebendo apenas água destilada, a qual foi trocada a cada 3 dias. Após este período, para verificar o efeito isolado do estresse salino, foram utilizadas soluções nas condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m^{-1} , com base no uso do cloreto de sódio (NaCl) dissolvido em água destilada, as quais foram aferidas por condutivímetro “Digimed” modelo CD-21.

Para verificar o efeito isolado da terra diatomácea (silício) e da prolina sobre o crescimento das plântulas, também foram empregadas soluções destes compostos. Para a terra diatomácea foram utilizadas as concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L^{-1} para compor as soluções. Para a prolina foram utilizadas as concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g L^{-1} , todos diluídos em água destilada, respectivamente.

Além das análises dos efeitos individualizados (controles), foram realizados testes de interação entre as condutividades elétricas e os níveis de silício ou prolina. Os tratamentos consistiram das seis condutividades elétricas (dS m^{-1}) x seis quantidades de terra diatomácea (g L^{-1}), e, 6 condutividades elétricas X 6 quantidades de prolina (g L^{-1}). As soluções salinas foram dispostas na parte inferior dos sistemas e as soluções de terra de diatomácea (fonte de silício) e prolina no substrato.

Foram utilizados 100 mL de cada solução, sendo que a reposição para a terra diatomácea e prolina acontecia semanalmente, enquanto as soluções salinas eram repostas em dias alternados, durante todo o período experimental.

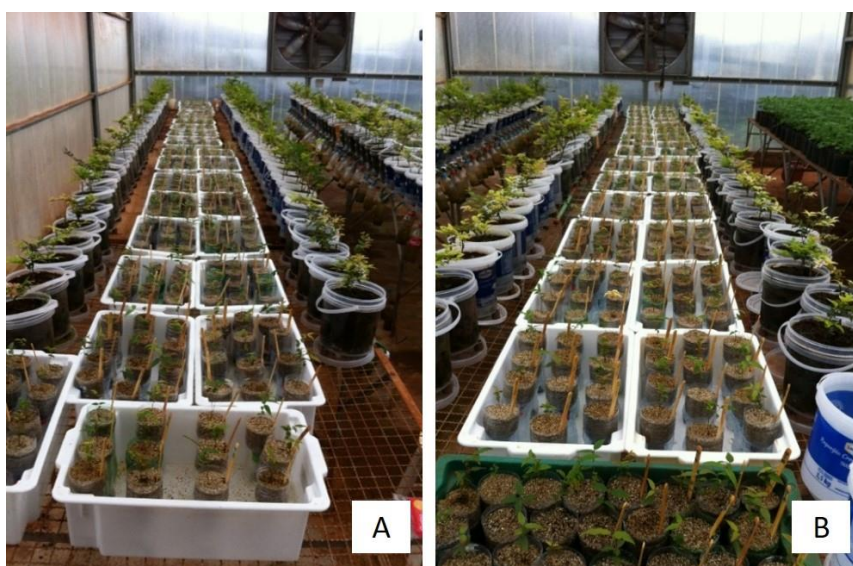
Tanto para os tratamentos controles quanto para os ensaios de interação foram utilizados 12 repetições, sendo cada uma composta por sistema hidropônico individual (Figura 11).

Como variáveis foram analisadas a sobrevivência de plântulas ao longo do tempo, visando verificar a efetividade dos tratamentos terra diatomácea e prolina. Além disso, foi realizada a diagnose visual de possíveis danos ocasionados pelos diferentes níveis de estresse.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, em esquema fatorial de 6 x 6 (quantidades de terra diatomácea ou prolina x condutividade elétrica), com quatro repetições, onde cada unidade amostral era composta por 3 sistemas hidropônicos.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade de Lilliefors, sendo transformados em Box-cox, seguindo os pressupostos matemáticos. Estes foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e análise de regressão polinomial, a fim de verificar o comportamento das variáveis em função das quantidades de terra diatomácea ou prolina versus condutividade elétrica, com o uso do pacote estatístico R e suas interfaces.

Figura 11 - Sistemas hidropônicos por capilaridade (A) tratamento terra diatomácea; (B) tratamento prolina e controle água destilada, representado pela caixa verde. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Plinia cauliflora* TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA E PROLINA E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

Os dados do teste de germinação mostraram interação significativa ($p < 0,05$) entre as quantidades de terra de diatomácea ou prolina e a condutividade elétrica da água de irrigação para porcentagem de sementes germinadas, índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VMG) e tempo médio de germinação (TMG) (Apendices 5 a 12).

Para porcentagem de sementes germinadas, ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica sobre as quantidades de terra de diatomácea, observou-se que ao se utilizar $1,0 \text{ g L}^{-1}$, os resultados foram considerados significativamente iguais pelo teste F (a 5%), com valor médio de 55,08 (Gráfico 1A).

Ao se utilizar 0; 3,0 e $4,0 \text{ g L}^{-1}$, o comportamento encontrado foi linear decrescente, com valores decaindo de 100; 68 e 70%, respectivamente, na condutividade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, para 58,5; 26,5 e 46%, respectivamente, ao atingir $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Gráfico 1A).

O comportamento quadrático foi observado apenas para $2,0 \text{ g L}^{-1}$, com ponto mínimo em $17,67 \text{ dS m}^{-1}$, correspondendo a 15,21% de sementes germinadas. Já com $5,0 \text{ g L}^{-1}$, o comportamento foi cúbico com ponto máximo em 7,28 e mínimo em $7,90 \text{ dS m}^{-1}$, o que correspondeu aos valores de 33,29% e 32,95%, respectivamente (Gráfico 1A).

Avaliando-se o efeito da quantidade de terra de diatomácea sobre as condutividades elétricas das águas de irrigação na porcentagem de sementes germinadas, as soluções com $4,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram valores significativamente iguais de acordo com o teste F (a 5%) com valores médios de 53,33 e 40,83% respectivamente (Gráfico 1B).

Para $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ o comportamento observado foi linear decrescente, com redução da porcentagem de sementes germinadas de 94,5 (0 g L^{-1}) para 60,5% ($5,0 \text{ g L}^{-1}$), e com $6,0$ e $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ o comportamento foi quadrático, com pontos mínimos em 3,41 e $3,38 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente, correspondendo aos valores de 34,16% ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e 37,49% ($8,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Gráfico 1B).

Assim como para porcentagem de sementes germinadas houve redução nos índices de velocidade de germinação, sendo que, ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica sobre as quantidades de terra de diatomácea, observou-se que sementes que receberam 1,0; 3,0 e 4,0 g L⁻¹, os valores médios foram considerados significativamente iguais de acordo com o teste F (a 5%), com médias de 1,71; 1,36 e 1,84; respectivamente (Gráfico 2A).

Sementes que não receberam nenhuma quantidade de terra de diatomácea (0 g L⁻¹), apresentaram comportamento linear decrescente, com valores de 4,03; 3,68; 2,33; 2,32; 2,21 e 1,82 para as condutividades elétricas de 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 2A).

Ao receberem 2,0 g L⁻¹ o comportamento apresentado foi quadrático, com ponto mínimo em 11,79 dS m⁻¹, o que correspondeu a um IVG de 0,63, e com 5,0 g L⁻¹ o comportamento foi cúbico com ponto mínimo em 3,50 dS m⁻¹ (0,98) e máximo em 7,95 dS m⁻¹ (1,85) (Gráfico 2A).

Quando se avaliou o efeito da quantidade de terra de diatomácea sobre as condutividades elétricas das águas de irrigação, observou-se que tanto para 4,0 quanto 10,0 dS m⁻¹, os índices de velocidade de germinação foram significativamente iguais, com valores médios de 1,51 e 1,07, respectivamente. Ao se utilizar águas de irrigação com 2,0 e 6,0 dS m⁻¹, o comportamento de ambas foram linear decrescente, atingindo 1,54 e 0,58 na maior quantidade de composto (5,0 g L⁻¹) (Gráfico 2B).

A condutividade de 8,0 dS m⁻¹ foi a única a apresentar comportamento quadrático, com ponto mínimo em 2,48 g L⁻¹, o que correspondeu ao índice de velocidade de germinação de 0,90 (Gráfico 2B).

Em relação a velocidade média de germinação o efeito do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sobre os tratamentos com terra de diatomácea gerou comportamento quadrático para 2,0 g L⁻¹, com ponto mínimo em 8,0 dS m⁻¹, com um valor médio de VMG de 0,045 dias⁻¹. Já para 0; 1,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g L⁻¹ os valores foram considerados significativamente iguais de acordo com o teste F a 5%, com médias de 0,056; 0,048; 0,046; 0,050 e 0,050 dias⁻¹, respectivamente (Gráfico 3A).

Ao se tomar o efeito das quantidades de terra de diatomácea sobre as condutividades elétricas da água de irrigação para a velocidade média de germinação, foi observado que, de acordo com o teste F a 5%, 4,0 e 8,0 dS m⁻¹ foram considerados significativamente iguais, com médias de 0,046 e 0,049 dias⁻¹, e que para 2,0; 6,0 e

10,0 dS m⁻¹, o aumento da quantidade de terra de diatomácea resultou em comportamento linear decrescente, atingindo valores de VMG de 0,044; 0,037 e 0,042 dias⁻¹, respectivamente, na maior quantidade utilizada (5,0 g L⁻¹) (Gráfico 3B).

Por fim, ao se tomar o efeito das condutividades elétricas da água de irrigação sobre as quantidades de terra de diatomácea em relação ao tempo médio de germinação, foi observado comportamento quadrático apenas para 2,0 g L⁻¹, com ponto máximo em 6,82 dS m⁻¹, o que representou 23,07 dias (Gráfico 4A).

Para 0; 1,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g L⁻¹, os dados obtidos em cada condutividade elétrica foram considerados significativamente iguais entre si de acordo com o teste F a 5%, resultando em valores médios de 17,96; 21,24; 22,44; 20,69 e 21,17 dias, respectivamente (Gráfico 4A).

Já em relação ao efeito das quantidades de terra de diatomácea sobre as condutividades elétricas das águas de irrigação, foi observado comportamento linear crescente para 2,0; 6,0 e 10,0 dS m⁻¹, ou seja, quanto maior a quantidade de terra de diatomácea, maior foi o tempo médio de germinação nestas condições (Gráfico 7B), e para 4,0 e 8,0 dS m⁻¹ os valores obtidos foram considerados significativamente iguais entre si pelo teste F a 5%, com médias de 21,90 e 20,63 dias, respectivamente (Gráfico 4B).

Gráfico 1 – Germinação (%) de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

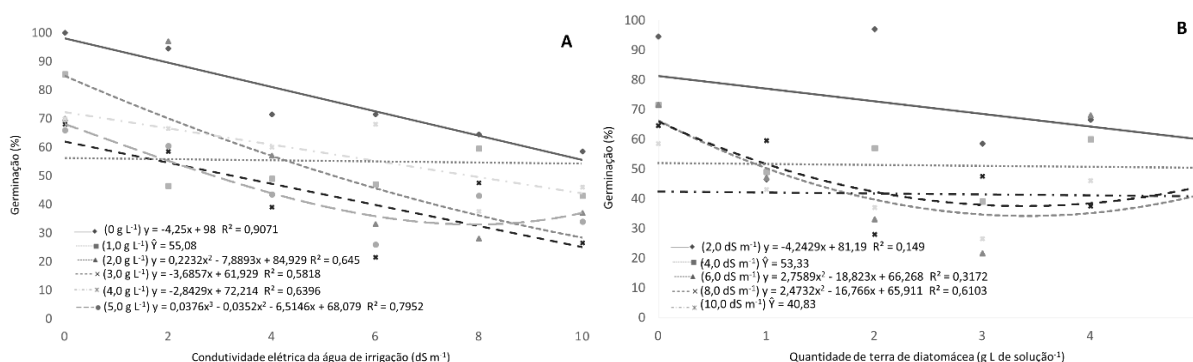


Gráfico 2 – Índice de velocidade de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

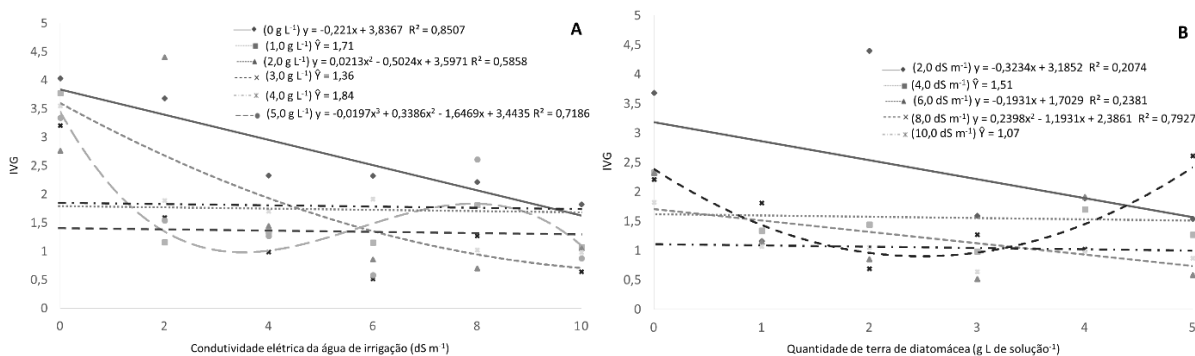


Gráfico 3 – Velocidade média de germinação (dias⁻¹) de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

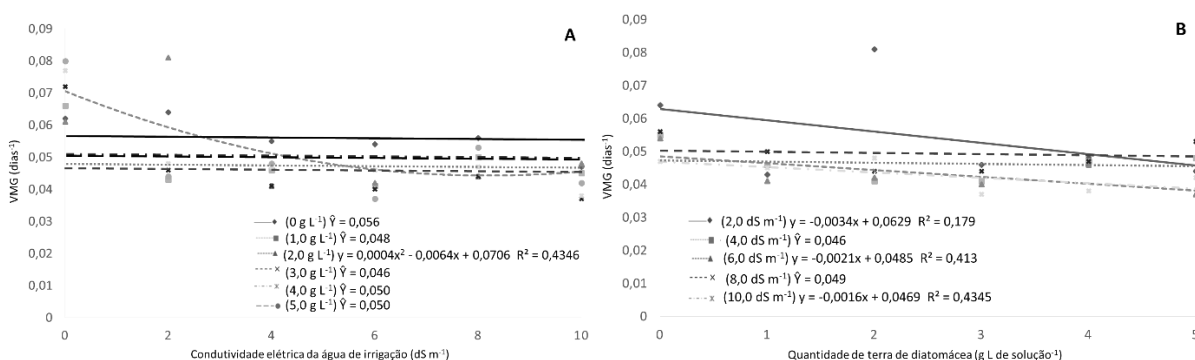
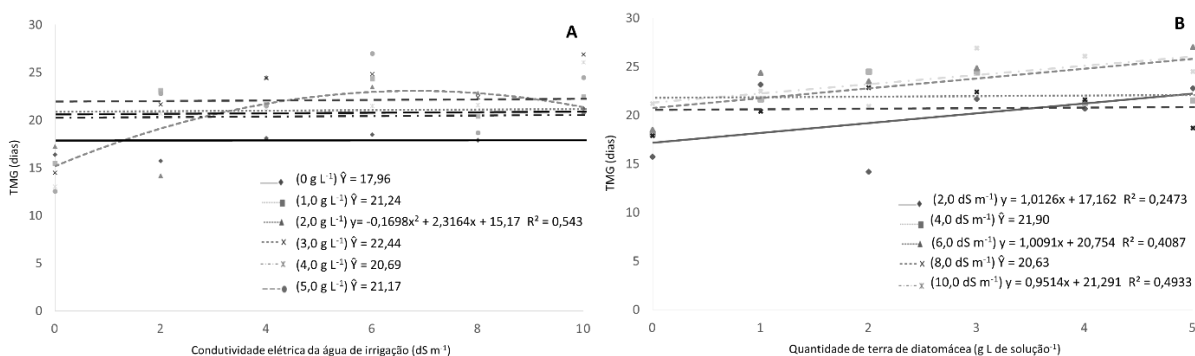


Gráfico 4 – Tempo médio de germinação (dias) de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes com terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹. (A) Quantidades de terra de diatomácea em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de terra de diatomácea. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



As sementes tratadas com prolina, apresentaram interação significativa ($p < 0,05$) apenas para porcentagem de sementes germinadas e índice de velocidade de germinação (IVG). Para velocidade média de germinação (VMG) e tempo médio de germinação (TMG) os efeitos ocorreram de forma isolada (Apêndices 9 a 12).

Ao serem avaliados os efeitos da condutividade elétrica da água de irrigação sobre as quantidades de prolina para a porcentagem de sementes germinadas, verificou-se comportamento linear decrescente para 0; 0,1; 0,2 e 0,3 g L⁻¹, ocorrendo redução gradativa dos valores com o aumento da condutividade elétrica e quadrático para 0,4 e 0,5 g L⁻¹, com ponto mínimo em 6,65 dS m⁻¹ (32,94%) para a primeira quantidade de prolina, e ponto máximo em 5,89 dS m⁻¹ (47,41%) para a segunda (Gráfico 5A)

Quanto aos efeitos das quantidades de prolina sobre as condutividades elétricas da água de irrigação foi observado comportamento linear decrescente para 2,0; 6,0 e 10,0 dS m⁻¹, sendo que na maior quantidade do composto (0,5 g L⁻¹) foram obtidos os menores valores (38,5; 38,5 e 20,5%, respectivamente), e para 4,0 e 8,0 dS m⁻¹, o comportamento observado foi quadrático, com pontos mínimos de 0,21 e 0,28 g L⁻¹, respectivamente, o que correspondeu aos valores de 52,57% e 29,08%, respectivamente (Gráfico 5B).

Para o índice de velocidade de germinação o efeito das condutividades elétricas das águas de irrigação sobre as quantidades de prolina mostrou-se linear decrescente para 0,1; 0,2; 0,3 e 0,5 g L⁻¹, onde, inversamente proporcional ao aumento da salinidade da água de irrigação ocorreram reduções nos valores de IVG, atingindo valores de 0,91; 0,76; 0,70 e 0,46 na condutividade elétrica de 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 6A).

Na ausência de prolina e com 0,4 g L⁻¹ o comportamento foi quadrático, com pontos mínimos em 10,22 e 6,71 dS m⁻¹, respectivamente, com valores médios de IVG de 1,90 e 0,65, respectivamente (Gráfico 6A).

Ao se avaliar o efeito do aumento gradual das quantidades de prolina sobre as condutividades elétricas das águas de irrigação foi detectado comportamento linear decrescente para 6,0 e 10,0 dS m⁻¹, ao passo que para 2,0; 4,0 e 8,0 dS m⁻¹ o comportamento observado foi quadrático, com pontos mínimos em 0,48; 0,30 e 0,31 g L⁻¹, respectivamente, o que correspondeu aos valores de 1,47; 1,19 e 0,92 respectivamente (Gráfico 6B).

A ausência de interação significativa entre os fatores avaliados fez com que a velocidade média de germinação do tratamento com prolina resultasse em um comportamento linear decrescente, conforme expresso no Gráfico 7A, com valores médios para VMG de 0,062 (0 g L⁻¹); 0,051 (0,1 g L⁻¹); 0,043 (0,2 g L⁻¹); 0,048 (0,3 g L⁻¹); 0,048 (0,4 g L⁻¹) e 0,039 (0,5 g L⁻¹) para 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente, em relação ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, e se mostrasse quadrático para condutividade elétrica da água de irrigação em relação ao aumento da quantidade de prolina empregada, com ponto mínimo na curva em 0,45 g L⁻¹, o que representou 0,042 dias⁻¹ (Gráfico 7B).

Por fim, para tempo médio de germinação, observou-se efeito negativo do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação em relação as quantidades de prolina, sendo neste caso observado comportamento quadrático, com ponto máximo na curva em 12,44 dS m⁻¹, o que representou 23,81 dias (Gráfico 8A) e linear crescente para o fator condutividade elétrica em decorrência do o aumento gradual das quantidades de prolina (Gráfico 8B).

Gráfico 5 – Germinação (%) de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

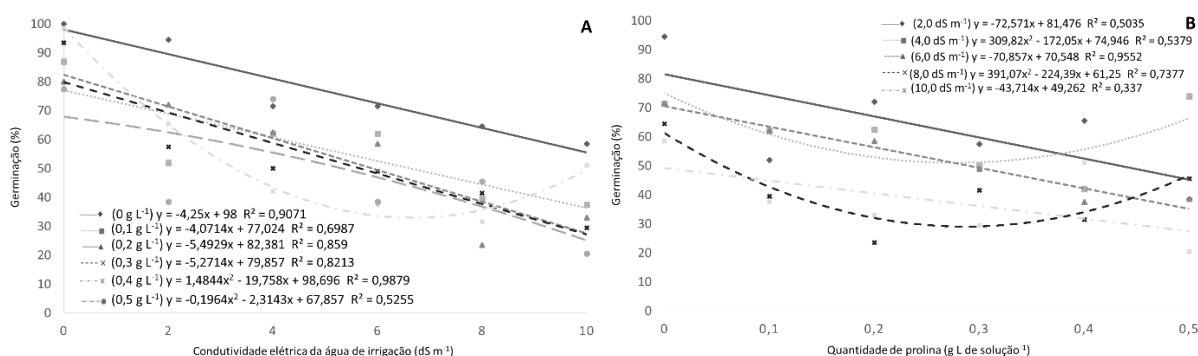


Gráfico 6 – Índice de velocidade de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

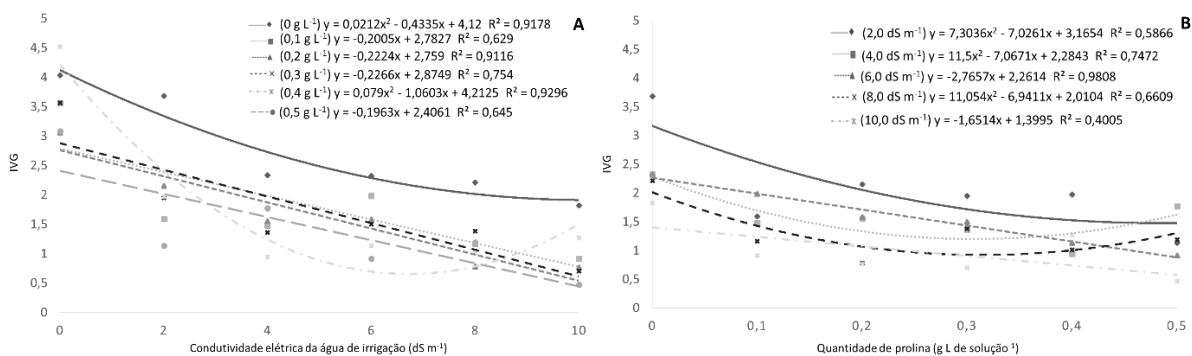


Gráfico 7 – Velocidade média (dias⁻¹) de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

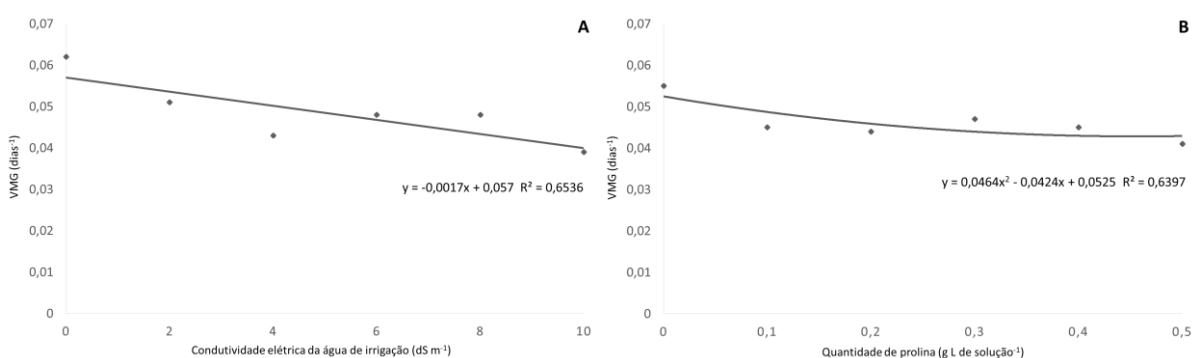
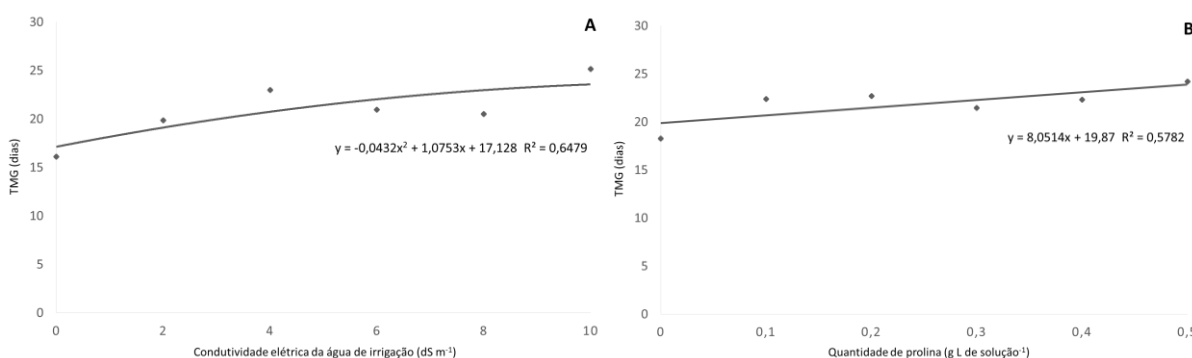


Gráfico 8 – Tempo médio (dias) de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas aos níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ versus tratamento das sementes prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. (A) Quantidades de prolina em função das condutividades elétricas. (B) Condutividades elétricas em função das quantidades de prolina. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



As reduções na porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e velocidade média de germinação, bem como o aumento do tempo médio de germinação observadas tanto para sementes que foram expostas somente a salinidade quanto para as que receberam terra de diatomácea ou prolina podem estar relacionadas ao fato das sementes de jabuticabeira serem recalcitrantes, e diferente das sementes ortodoxas que passam por uma etapa de dessecação antes da germinação, sementes deste tipo são sensíveis à perda de água, sendo necessário permanecerem úmidas desde sua formação até a germinação, mantendo um alto metabolismo e altas taxas respiratórias durante todo o seu ciclo de vida (BARBEDO et al. 2013; BARBEDO 2018).

Assim condições ambientais que levem essas sementes a ocasionais perdas de água estão associadas a danos celulares, e vários mecanismos de proteção das estruturas celulares contra o estresse tornam-se progressivamente ineficientes durante a perda de água e posterior reidratação (BAILLY et al. 2008). Portanto a salinidade possivelmente também contribuiu para acelerar esse processo visto que por diferenças de potencial osmótico entre o meio externo e interno da semente fariam com que estas perdessem água para o meio buscando a homeostase do sistema.

Vale lembrar que a água é um elemento essencial no processo de germinação das sementes, pois esta é responsável pela reativação do metabolismo do eixo embrionário que culminará com a emissão da raiz primária e o desenvolvimento da plântula. Assim o potencial hídrico do meio e sua relação com os tecidos de revestimento são fatores limitantes na embebição das sementes (FERREIRA e BORGHETTI, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2015) como pode ser observado através dos dados nos gráficos.

Esta hipótese pode ser exemplificada pelo trabalho Andreo-Souza et al (2010) com pinhão-manso, onde sementes com baixo teor de umidade (4%) e submetidas aos níveis crescentes de salinidade utilizando as mesmas condutividades empregadas neste ensaio, apresentaram pequena taxa de germinação e aquelas com teor de umidade mais elevado (9%), germinaram em todos os tratamentos e apresentaram significativa redução apenas nas concentrações de 10,0 e 12,0 dS m⁻¹.

Efeitos negativos da salinidade também foram observados por Lopes et al. (2015) ao estudarem a germinação de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau d'alho) sob tais condições, bem como por Santos et al. (2016) ao avaliarem o efeito do estresse salino na germinação de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.

P. Queiroz (catingueira) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico), os quais observaram queda nos valores médios de sementes germinadas e IVG das duas espécies quando submetidas aos potenciais osmóticos mais negativos.

A elevação do TMG com o aumento da presença do cloreto de sódio no substrato também foi observada por Cruz et al. (2016) e Lavezo et al. (2015) em *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. e *Petiveria alliacea* L., respectivamente.

É importante salientar que a salinidade dificulta a taxa e porcentagem de germinação, parcialmente por meio do efeito osmótico sobre a embebição de água e, principalmente devido à sua toxicidade para o metabolismo de reservas de sementes, reduzindo a hidratação do embrião e do cotilédone (WAHID et al., 2010), afetando o surgimento e alongamento do tecido embrionário e induzindo a alterações ultra estruturais nos embriões germinados como o aparecimento retardado e reduzido de radícula e da plúmula (PESSARAKLI, 2010).

Isto por que, para retomarem seu metabolismo e se desenvolverem as plantas necessitam de uma contínua adição de energia livre para manutenção e reparo constante de suas estruturas e quando há presença excessiva de solutos na água, ocorre uma forte tendência de redução da energia livre da água, devido à diluição destes, alterando seu potencial osmótico (KERBAUY, 2012), visto que o cloreto de sódio é um sal de alta solubilidade, e o aumento de sua quantidade nos tecidos causa inúmeros efeitos deletérios (FERREIRA e REBOUÇAS, 1992).

Assim o fator toxicidade do cloreto de sódio ainda parece ser o aspecto de maior influência isto por que Inocente e Barbedo (2019) demonstraram que, ainda que sejam sensíveis à dessecação, as sementes de *Eugenia*, outra espécie da família Myrtaceae, são tolerantes ao déficit hídrico, tornando-as capazes de superar algumas condições adversas que podem encontrar na natureza ao serem dispersas, como a pouca disponibilidade de água no solo.

O efeito toxico do cloreto de sódio fica evidente também pelo estudo de Dutra et al. (2017) ao avaliarem a resposta das três espécies a cinco níveis de potencial osmótico (0; -0,3; -0,6; -1,2 e -1,8 MPa), por simulação de estresse salino com NaCl, onde observou-se que a germinação e o crescimento inicial de plântulas de tamboril e canafístula foram afetados negativamente pelo aumento da concentração salina do meio. Já o pau-formiga mostrou-se mais tolerante ao estresse

salino, apresentando elevação dos valores médios de percentagem de germinação, IVG, comprimento da maior raiz e produção de massa seca total em potenciais osmóticos variando de -0,81 a -1,15 Mpa. Os maiores valores médios de produção de massa seca da parte aérea, raízes e total foram observados em plântulas de tamboril.

Outros fatores a serem levados em consideração, dizem respeito a morfologia da semente, mais especificamente sobre seu tegumento, o qual poderia atuar como uma barreira seletiva, permitindo a entrada de água mas impedindo a entrada nos tecidos das moléculas presentes na terra de diatomácea e prolina, além do fato de que sementes de *Plinia* são recalcitrantes e não toleram o processo de dessecação, perdendo sua viabilidade muito rapidamente quando há redução nos teores de umidade, como já mencionado.

4.1.1 Aspectos Morfológicos de Sementes Germinadas e Sobrevivência Pós Germinativa de *Plinia cauliflora* Tratadas com Diferentes Quantidades de Terra Diatomácea e Prolina e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.

Em relação aos aspectos pós-germinativos não foram observadas mortalidade ou ausência de crescimento das plântulas para nenhuma das sementes que emitiram a radícula e foram consideradas germinadas. A taxa de sobrevivência dos indivíduos também não diferiu para nenhum dos tratamentos, obtendo-se 100% de plântulas viáveis.

Pode-se observar que mesmo havendo efeito significativo na interação entre pré-tratamento e nível de salinidade e diferenças entre os tratamentos na porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, velocidade média de germinação e tempo médio de germinação, conforme descrito no item 4.1, os aspectos morfológicos de sementes não foram influenciados pelos níveis de salinidade e pelos tratamentos, tão pouco houve alteração visual das sementes e plântulas (Figura 12).

Esta característica vai em desencontro aos relatos da literatura, os quais afirmam que sementes expostas a altos níveis de salinidade geralmente reduzem o crescimento radicular, já que estas estruturas são as primeiras a surgirem das sementes e ao entrarem em contato com a solução presente no meio necrosam seus

tecidos pelo excesso de sais e pela ineficiência do sistema enzimático em realizar a eliminação de possíveis radicais formados durante o período de estresse.

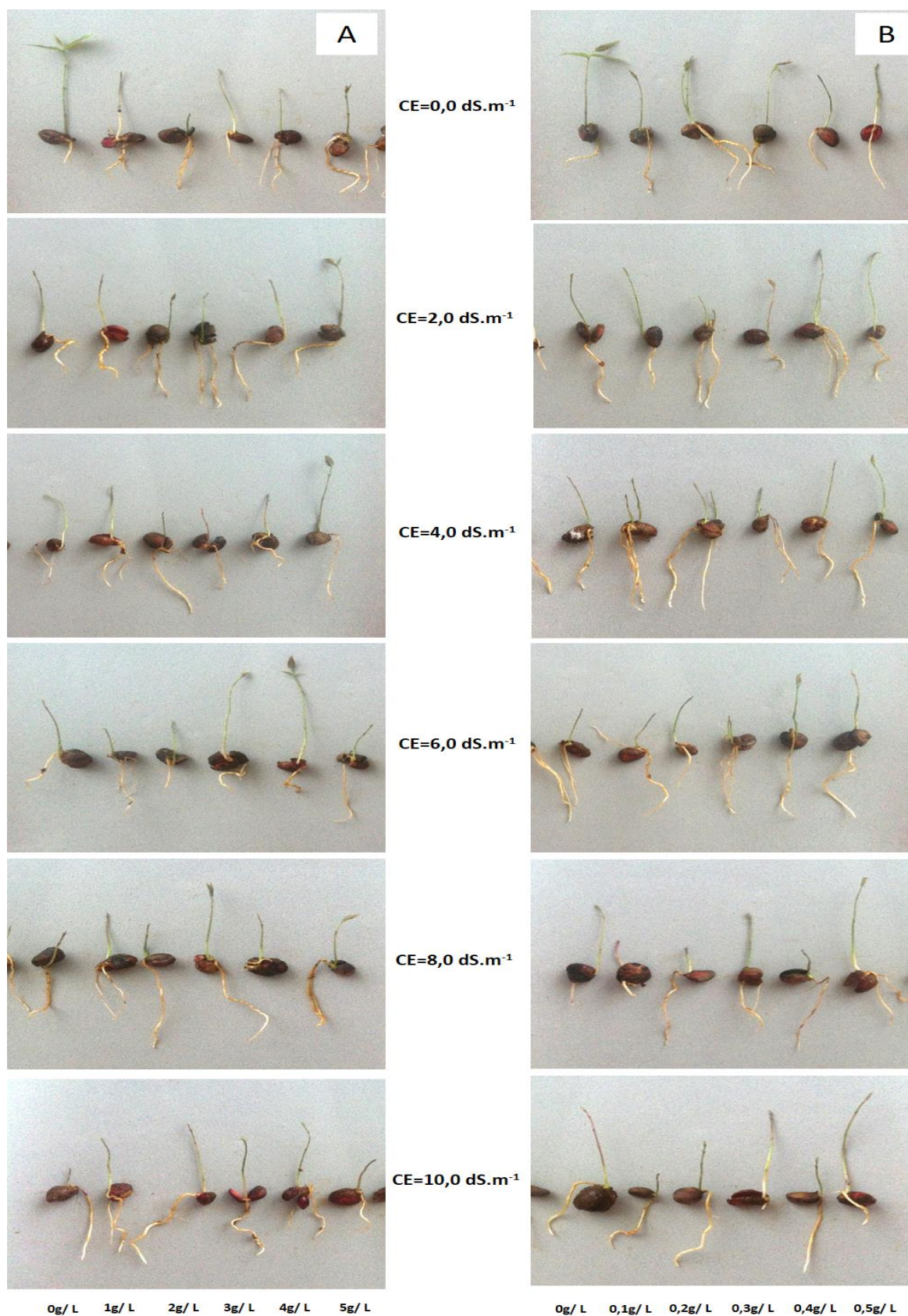
Além disso, como característica multigênica, a salinidade alteraria a expressão de número considerável de genes que são úteis na melhoria da tolerância a salinidade para germinação de sementes (PESSARAKLI, 2010), o que parece não ter sido induzido com a utilização de terra diatomácea ou prolina.

No entanto, vale salientar que as sementes que não foram tratadas e nem submetidas ao estresse apresentaram formação dos primórdios foliares em menor tempo em comparação as que foram submetidas ao estresse, ou que foram tratadas com terra diatomácea ou prolina e posteriormente submetidas ao estresse salino (Figura 12).

Tal característica poderia estar relacionada ao menor teor de água embebido pelas sementes, o que de certa forma atrasaria a retomada do metabolismo e ativação dos aparatos enzimáticos para remobilização de nutrientes essenciais a formação dos novos tecidos. Além disso, este atraso poderia ser reflexo de alterações nas estruturas subcelulares nas células do tecido e na produção de hormônios a qual afetaria a taxa de respiração, o transporte de materiais e a indução de novos tecidos em sementes ou plântulas (PESSARAKLI, 2010)

Mesmo com este atraso na formação da parte aérea, ao se analisar o crescimento das plântulas a partir de sementes que receberam pré-tratamentos com terra diatomácea e prolina e foram submetidas ao estresse, pode-se observar que nas maiores concentrações destes compostos (4,0 e 5,0 g de terra diatomácea L⁻¹ e 0,4 e 0,5 g de prolina L⁻¹) visualmente as plântulas tiveram melhor desenvolvimento da parte aérea (Figura 12).

Figura 12 - Aspecto morfológico de plântulas de *Plinia cauliflora* obtidas da germinação de sementes sob os níveis de salinidade 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e tratadas com (coluna A) terra diatomácea nas concentrações de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g L⁻¹ e (coluna B) prolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5g L⁻¹. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Quanto a sobrevivência destes indivíduos após serem transplantados para substrato, como já mencionado, em todos os casos não houve mortalidade, sendo que todos os indivíduos transplantados conseguiram sobreviver (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Sobrevivência pós germinativa e desenvolvimento de plântulas de *Plinia cauliflora* oriundas da germinação de sementes pré-tratadas com terra diatomácea (silício) e submetidas a estresse salino empregando soluções com diferentes condutividades elétricas. 30 dias após o transplântio. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

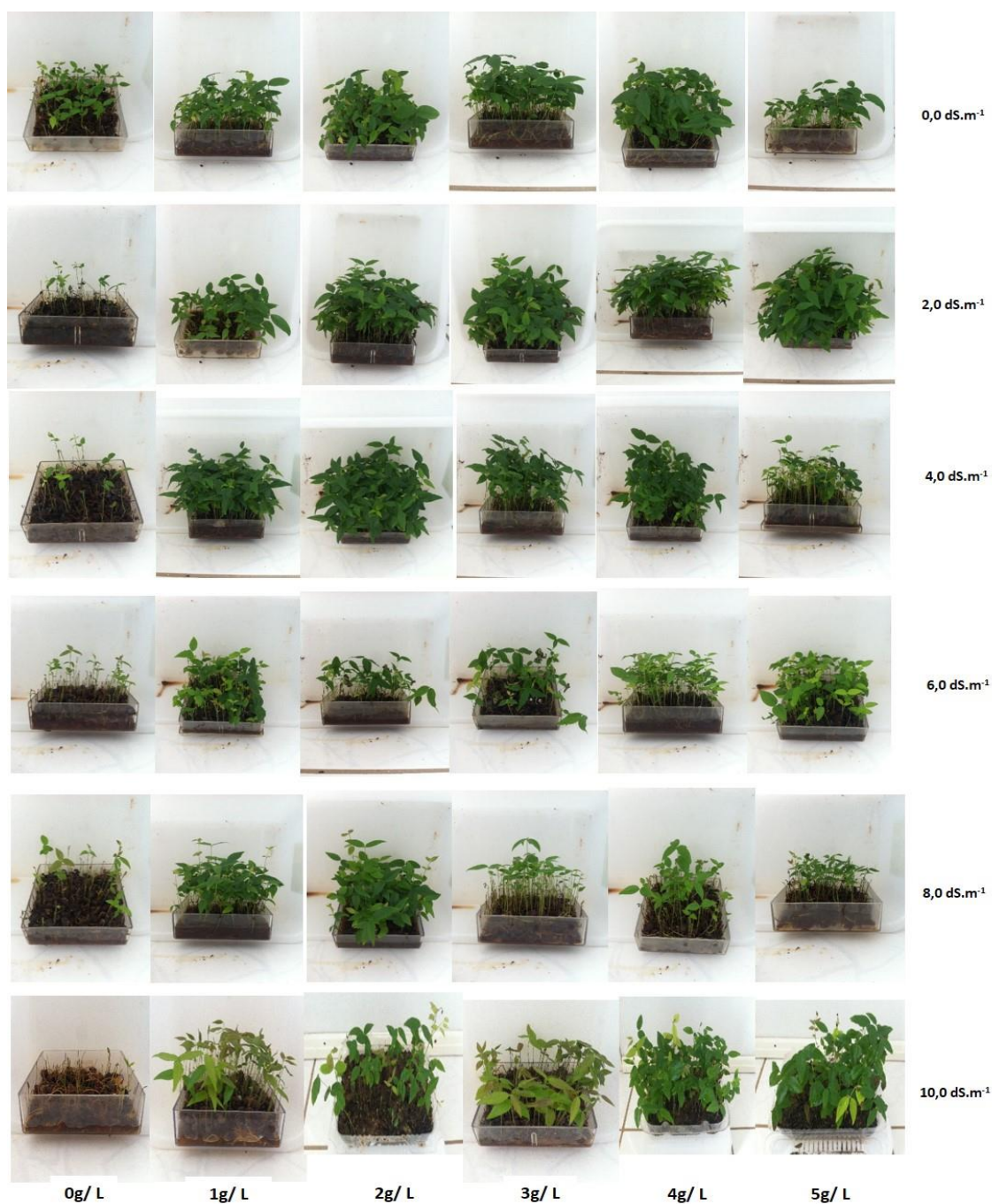
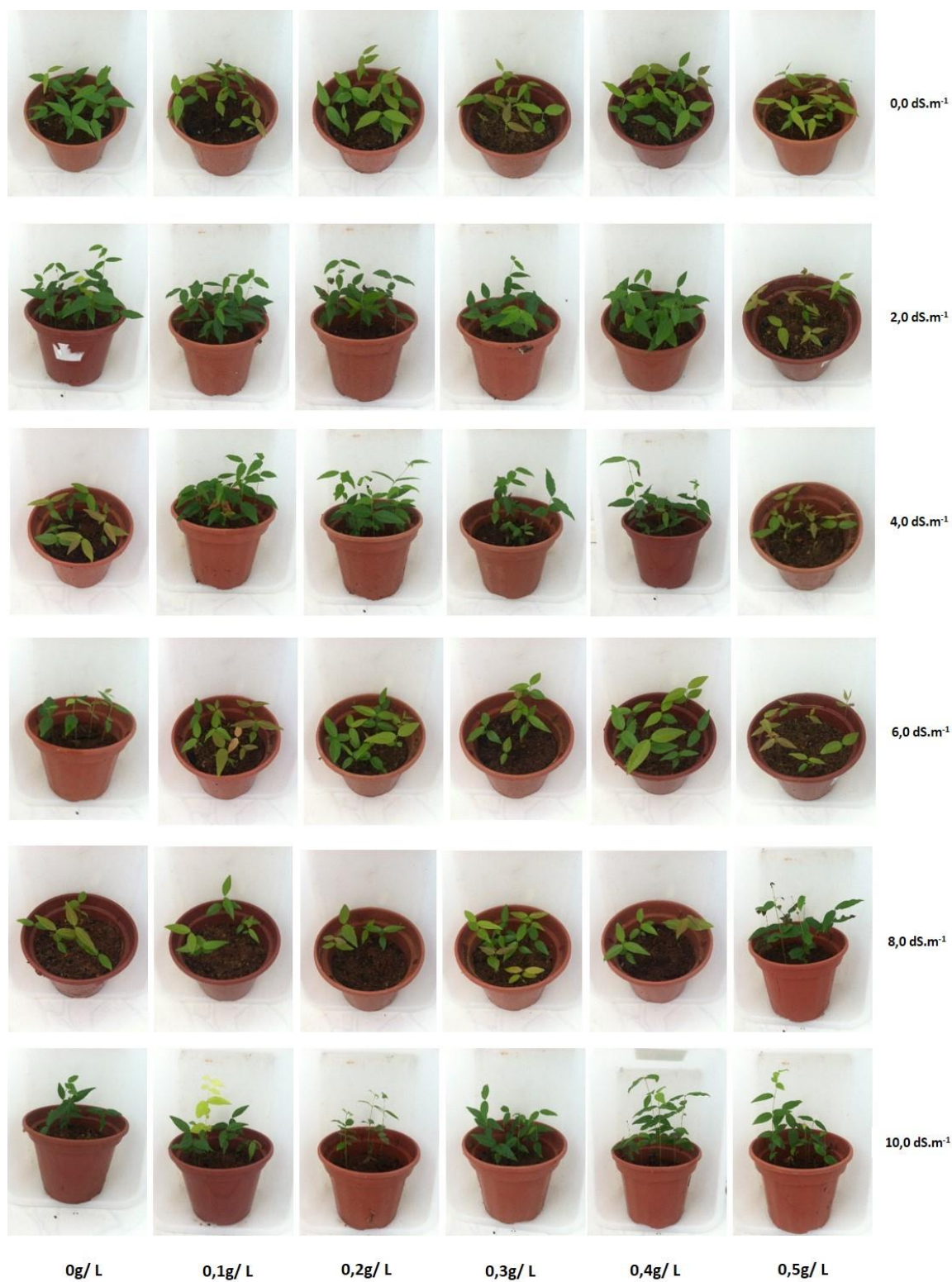


Figura 14 - Sobrevivência pós germinativa e desenvolvimento de plântulas de *Plinia cauliflora* oriundas da germinação de sementes pré-tratadas com prolina e submetidas a estresse salino empregando soluções com diferentes condutividades elétricas. 30 dias após o transplântio. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



4.2 DESENVOLVIMENTO, CONSUMO HÍDRICO E CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DE MUDAS DE JABUTICABEIRA TRATADAS COM DIFERENTES QUANTIDADES DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS A NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

4.2.1 Acompanhamento do Desenvolvimento e Consumo Hídrico em Mudas de *Plinia cauliflora* Tratadas com Terra de Diatomácea e Submetidas a Água de Irrigação em Diferentes Condutividades.

Conforme os resumos das análises de variância constatou-se que não houveram interações significativas ($p < 0,05$) entre os fatores quantidades de terra de diatomácea x condutividades elétricas das águas de irrigação no tratamento de mudas de *Plinia cauliflora* para altura do caule, altura da copa, altura total, diâmetro do caule, diâmetro do colo, número de brotações novas, número de folhas, massa da matéria fresca e seca do caules, folhas, raízes e total, índice de tolerância a salinidade e de qualidade de mudas de Dickson, bem como para os teores de clorofilas a, b e total avaliadas (Apendices 13 a 43).

A partir da análise de forma isolada dos fatores, a altura do caule foi considerada igual pelo teste F a 5% para as quantidades de terra de diatomácea de 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹ com valor médio de 5,29cm aos 30 dias e 5,90 aos 90 dias (Gráfico 9 A). Este mesmo comportamento foi observado em relação as condutividades elétricas da água de irrigação de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, com valores médios de 5,29 e 5,91cm, aos 30 e 90 dias, respectivamente (Gráfico 9 B).

Para altura da copa, ao se tomar as quantidades de terra de diatomácea foi observado comportamento quadrático aos 30 e 90 dias, com pontos máximos de 2,69 e 2,64 g kg de substrato⁻¹, correspondendo aos valores médios de 23,50 e 24,75 cm, respectivamente (Gráfico 10 A).

Ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação para este mesmo fator (Gráfico 10 B) observou-se comportamento linear decrescente, onde aos 30 a altura da copa decaiu 21,33cm (2,0 dS m⁻¹) para 16,41cm (10,0 dS m⁻¹) e aos 90 dias de 22,80cm (2,0 dS m⁻¹) para 14,61cm (10,0 dS m⁻¹).

A altura total da parte aérea apresentou o mesmo comportamento observado para altura da copa, ou seja, curvas quadráticas aos 30 e 90 dias, para quantidade de terra de diatomácea, com pontos máximos de 2,64 (28,49 cm) e 2,62 (30,48 cm) g kg de substrato⁻¹ respectivamente (Gráfico 11 A), e linear decrescente para condutividade elétrica da água de irrigação, onde aos 30 dias houve uma diferença de 7,89cm entre a menor (2,0 dS m⁻¹) e maior (10,0 dS m⁻¹) condutividade elétrica, e aos 90 dias esta chegou a 9,36cm (Gráfico 10B)

Gráfico 9 - Altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

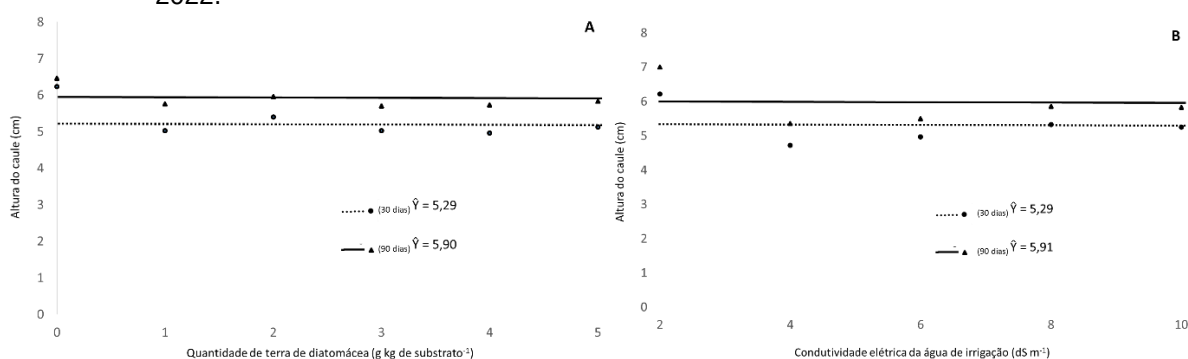


Gráfico 10 - Altura da copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

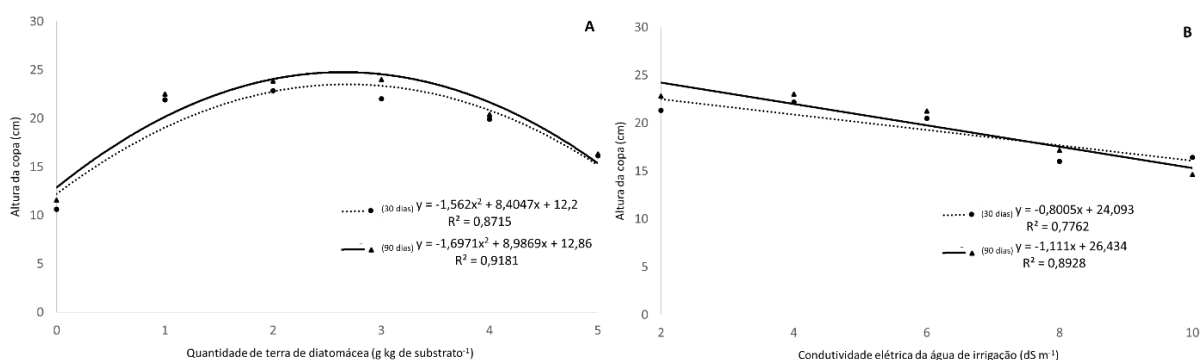
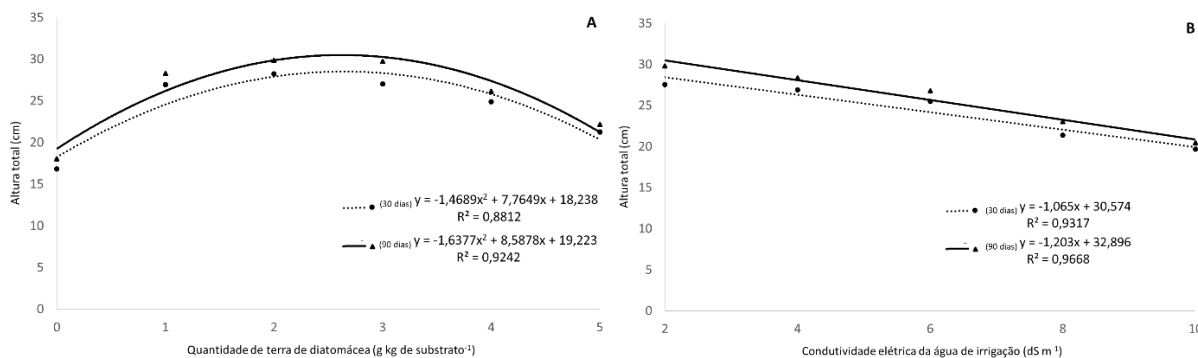


Gráfico 11 - Altura total da parte aérea (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Com base nas representações gráficas para altura do caule, altura da copa e altura total da parte aérea foi possível observar que plantas que não receberam qualquer quantidade de terra de diatomácea apresentaram resultados inferiores as que foram tratadas, e que quantidades intermediarias (entre 2,0 e 3,0 g kg de substrato⁻¹) do composto são mais efetivas por garantirem os maiores valores. Já o aumento da salinidade interferiu negativamente no desempenho destas variáveis, onde, quanto maior a condutividade elétrica da água de irrigação, menores eram os valores encontrados.

Os comportamento observados também podem ser exemplificados através da observação da Figura 15, onde é possível verificar que, aos 60 dias, plantas crescendo em solos com condutividades elevadas (10 dS m⁻¹), mesmo sendo tratadas com terra diatomácea apresentavam menores alturas quando comparadas a plantas em solo com menor quantidade de sais.

Figura 15 - Desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 60 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Os diâmetros do caule e colo também foram influenciados positivamente com a utilização de terra de diatomácea mostrando comportamento quadrático aos 30 e 90 dias, com pontos máximos para as quantidades de 2,98 e 2,92 g kg de substrato⁻¹ respectivamente, correspondendo a 6,56 e 7,13 mm (Gráfico 12 A) para a primeira variável e 2,96 g kg de substrato⁻¹, para a segunda (Gráfico 13 A).

Já a condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente o diâmetro, com redução deste de acordo com o aumento da condutividade, sendo observado comportamento linear decrescente, onde aos 30 dias houve uma redução de 6,72mm (2,0 dS m⁻¹) para 4,53mm (10,0 dS m⁻¹) e aos 90 dias de 7,58mm (2,0 dS m⁻¹) para 5,04mm (10,0 dS m⁻¹) para o caule (Gráfico 12 B), já para o colo passou de 7,26mm (2,0 dS m⁻¹) para 4,53mm (10,0 dS m⁻¹) aos 90 dias, o que representou uma diferença de 2,73mm entre a menor e maior condutividade elétrica (Gráfico 13 B).

Gráfico 12 - Diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

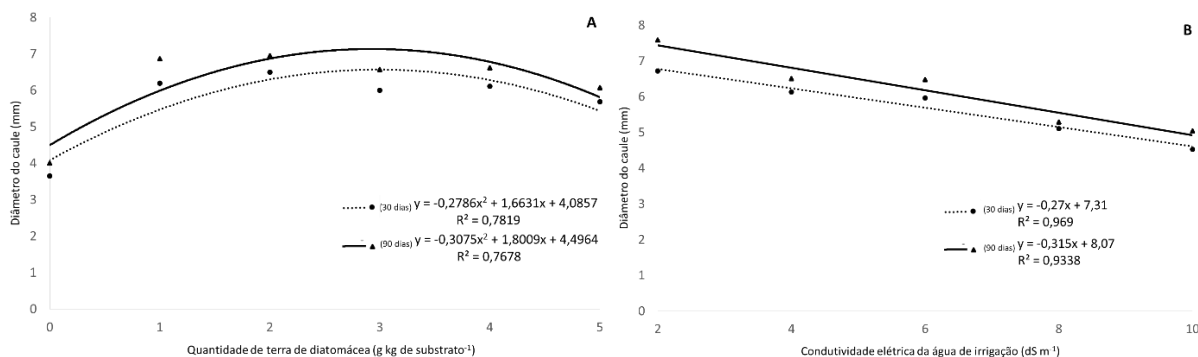
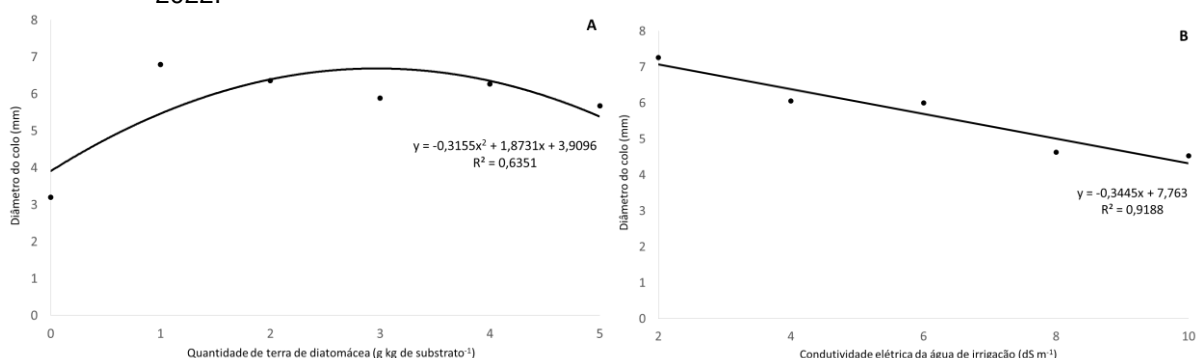


Gráfico 13 - Diâmetro do colo (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



O número de brotações novas foi considerado estatisticamente igual (teste F a 5%) em função do aumento das quantidades de terra de diatomácea, com valores médios de 6,0 e 4,0 brotações aos 30 e 90 dias, respectivamente (Gráfico 14 A).

Esta mesma relação de igualdade foi observada para o aumento das condutividades elétricas da água de irrigação aos 30 dias, apresentando valor médio de 6,0 brotações novas (Gráfico 14 B). Já aos 90 dias foi observado um comportamento quadrático decrescente, com redução no número de brotações concomitante ao aumento da condutividade elétrica, apresentando ponto de máximo em 3,20 dS m⁻¹, correspondendo a 5 brotações (Gráfico 14 B)

Para o número de folhas em relação as quantidades de terra de diatomácea foram observados comportamentos quadráticos aos 30 e 90 dias, com pontos de máximo para 2,82 (381 folhas) e 3,05 (284 folhas) g kg de substrato⁻¹, respectivamente (Gráfico 15 A). Ao se avaliar o efeito das condutividades elétricas das águas de irrigação pode-se verificar comportamento linear decrescente, onde aos 30 dias o número médio de folhas passou de 445 em 2,0 dS m⁻¹ para 200 em 10,0 dS m⁻¹ e aos 90 dias a redução foi de 401 folhas (2,0 dS m⁻¹) para 78 folhas (10,0 dS m⁻¹) (Gráfico 15 B)

A redução no número de folhas em decorrência do aumento da condutividade conforme expresso no Gráfico 15 B também pode ser exemplificada através da Figura 16, onde ficou evidente o efeito negativo da elevação dos teores de cloreto de sódio acumulados no solo mediante emprego de soluções salinas.

Gráfico 14 - Número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

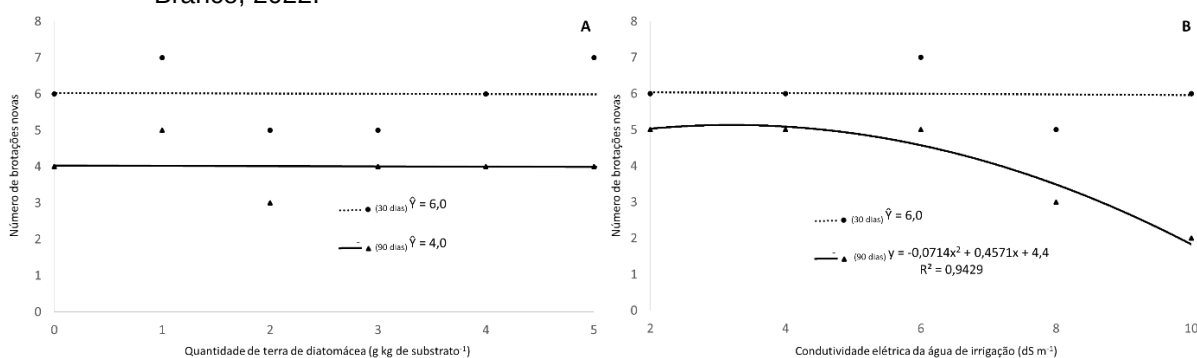


Gráfico 15 - Número total de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

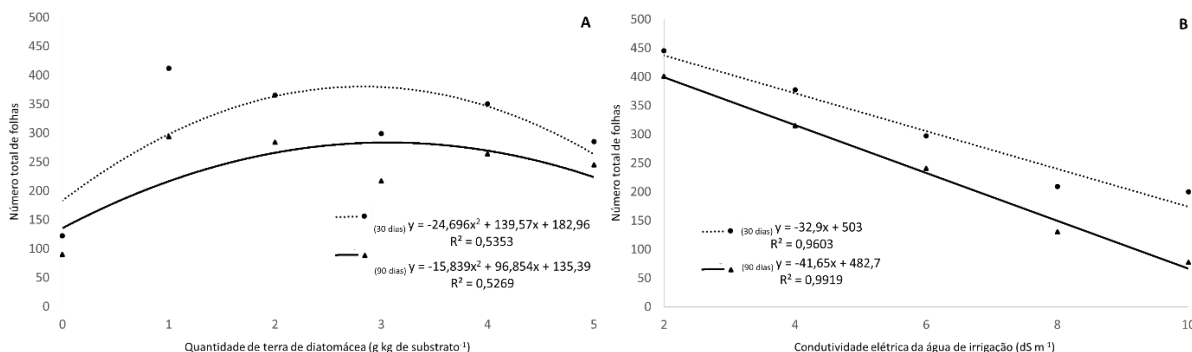
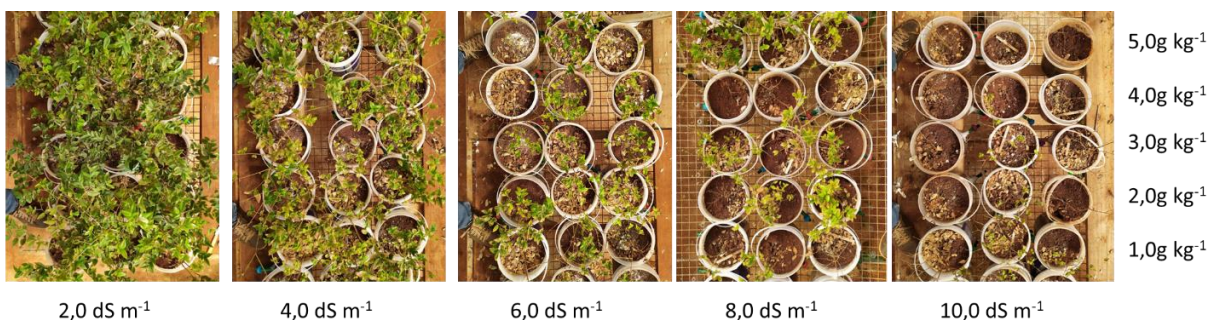


Figura 16 - Mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 90 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Assim como outras variáveis, o comprimento e a densidade do sistema radicular aos 90 dias apresentaram comportamentos quadráticos quando da utilização de quantidades crescentes de terra de diatomácea, com ponto máximo em 3,25 g kg de substrato⁻¹ para o comprimento, o que resultou em um valor médio de 38,66 cm (Gráfico 16A) e 3,14 g kg de substrato⁻¹ para a densidade, o que correspondeu a 12,27 g cm⁻³ (Gráfico 17A).

Ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação, tanto para o comprimento quanto para a densidade do sistema radicular aos 90 dias pode-se verificar que o aumento em seus níveis foi responsável por redução dos valores encontrados, onde, em ambos os casos as plantas apresentaram comportamento linear decrescente, passando de 41,5cm (2,0 dS m⁻¹) para 31,63cm na maior condutividade elétrica (10,0 dS m⁻¹), para o comprimento (Gráfico 16B) e

redução da densidade do sistema radicular de $14,33 \text{ g cm}^{-3}$ ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$) para $6,44 \text{ g cm}^{-3}$ ($10,0 \text{ dS m}^{-1}$), totalizando uma diferença de $7,89 \text{ g cm}^{-3}$ (Gráfico 17B).

Gráfico 16 - Comprimento do sistema radicular (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

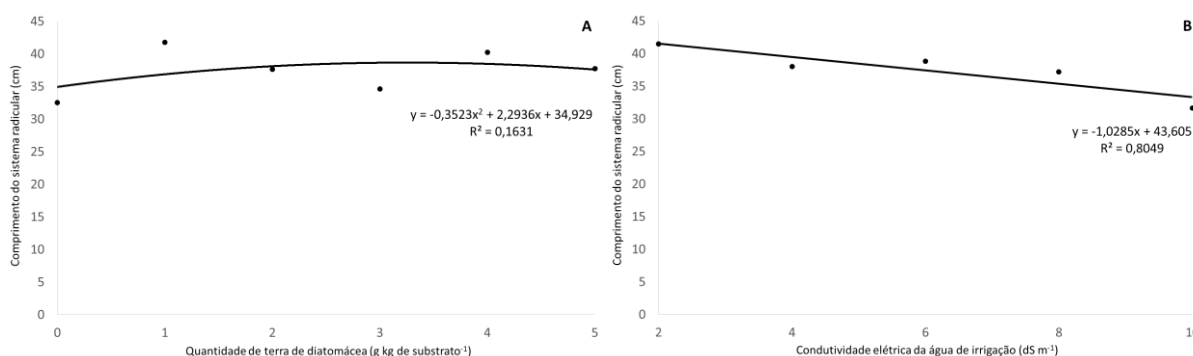
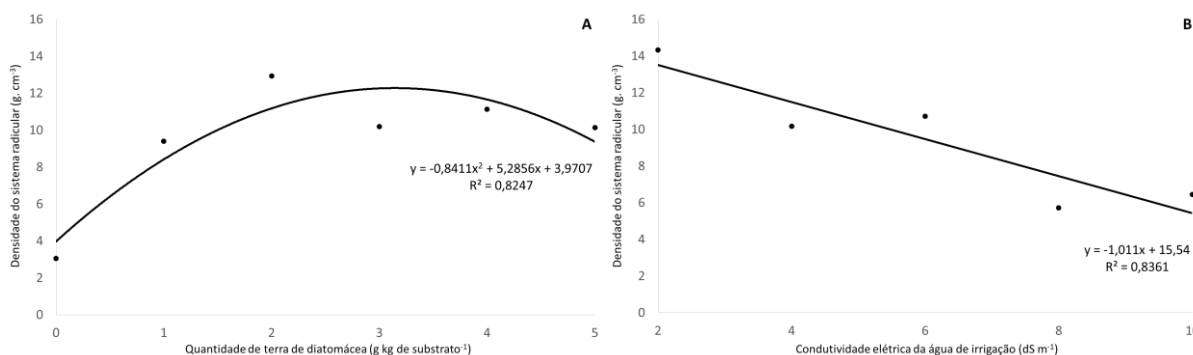


Gráfico 17 - Densidade do sistema radicular (g. cm^{-3}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A massa da matéria fresca e seca do caule aos 90 dias apresentaram comportamento quadrático quando da utilização de quantidades crescentes de terra de diatomácea, com pontos máximos para $2,83 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ ($8,86 \text{ g planta}^{-1}$) (Gráfico 18A) e $2,92 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ ($4,13 \text{ g planta}^{-1}$) (Gráfico 19A), respectivamente. Já o aumento gradual na condutividade elétrica da água de irrigação fez com que os valores de massa da matéria fresca e seca do caule acabassem sendo reduzidos aos 90 dias. O comportamento para ambos foi linear decrescente com uma diferença média de $8,26 \text{ g planta}^{-1}$ entre a menor ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$) e maior ($10,0 \text{ dS m}^{-1}$)

condutividade elétrica para a massa da matéria fresca (Gráfico 18B) e passasse de 5,66 g planta⁻¹ para 1,29 g planta⁻¹ nas condutividades elétricas de 2,0 dS m⁻¹ e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente, para massa da matéria seca (Gráfico 19B).

Gráfico 18 - Massa da matéria fresca do caule (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

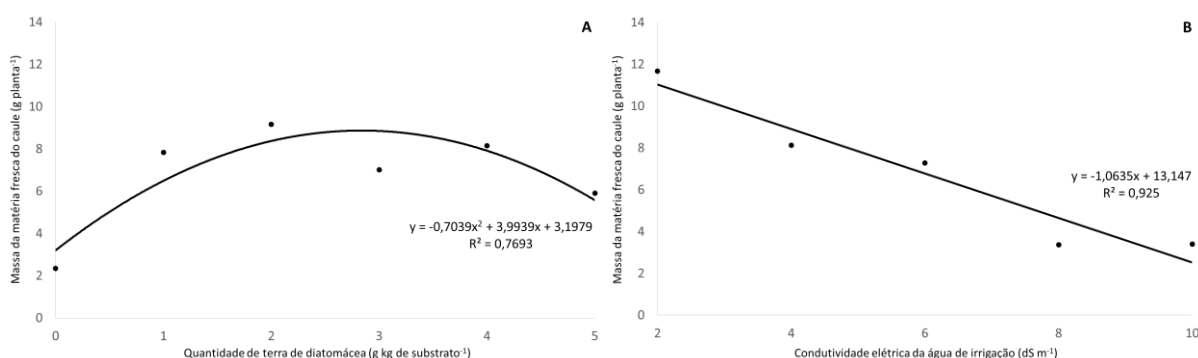
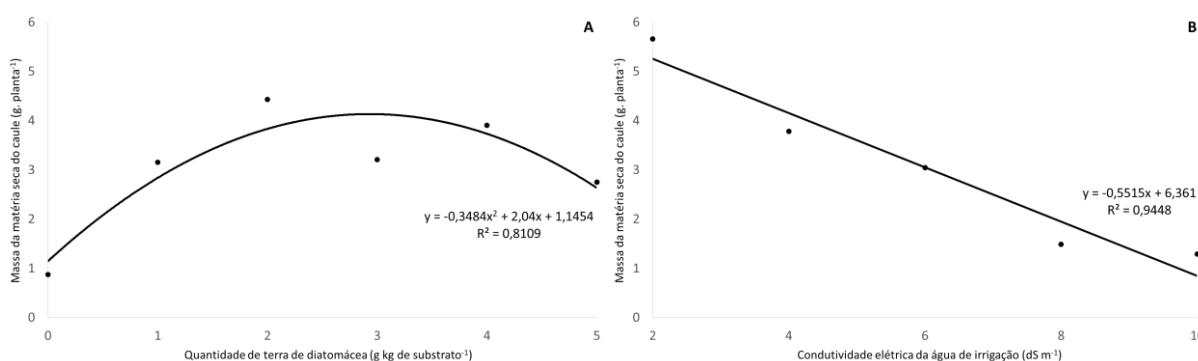


Gráfico 19 - Massa da matéria seca do caule (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A massa da matéria fresca da folhas aos 90 dias quando da utilização de terra de diatomácea mostrou-se estatisticamente igual para todas as quantidades empregadas, resultando em uma média de 4,33 g planta⁻¹ (Gráfico 20 A), enquanto que a massa da matéria seca das folhas apresentou comportamento quadrático com ponto máximo para 21,74 g kg de substrato⁻¹, o que correspondeu a 10,1 g planta⁻¹ (Gráfico 21 A).

No entanto, ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação sobre a massa da matéria fresca e seca das folhas aos 90 dias, foi possível verificar redução proporcional ao aumento desta, onde, quanto maior a condutividade elétrica, menor foi a massa, o que pode ser observado pelo comportamento linear decrescente, com uma redução média de 9,70 g planta⁻¹ em 2,0 dS m⁻¹ para 0,19 g planta⁻¹ em 10,0 dS m⁻¹ para massa da matéria fresca (Gráfico 20) e de 4,98 g planta⁻¹ na menor condutividade (2,0 dS m⁻¹) para 0,08 g planta⁻¹ na maior (10,0 dS m⁻¹) em relação a massa da matéria seca (Gráfico 21B) .

Gráfico 20 - Massa da matéria fresca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

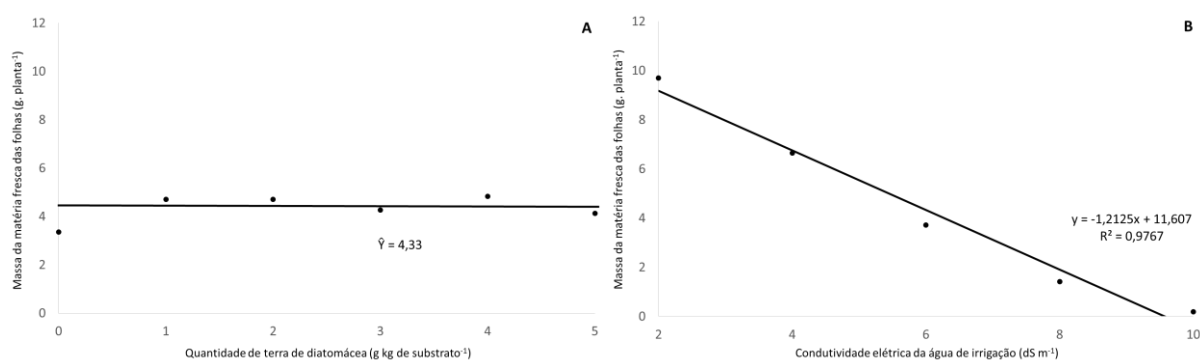
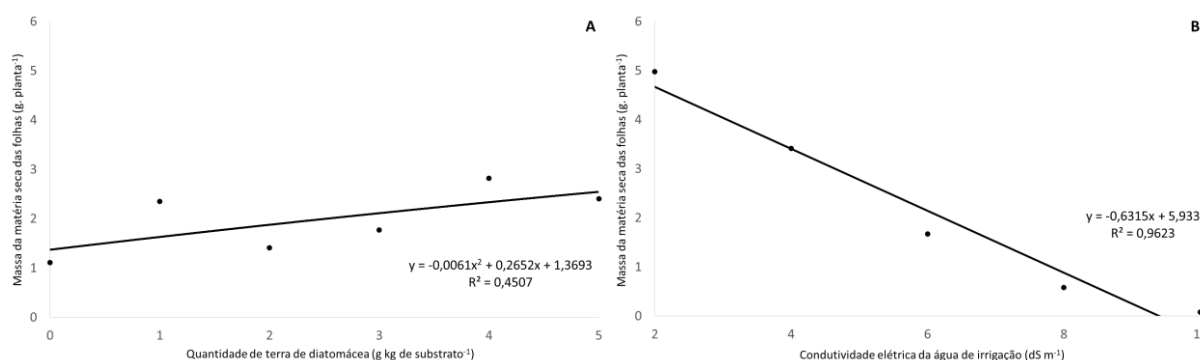


Gráfico 21 - Massa da matéria seca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Assim como para caule e folhas, a massa da matéria fresca e seca do sistema radicular aos 90 dias foi influenciada positivamente pelo aumento da

quantidade de terra de diatomácea sendo observado comportamento quadrático em ambos os casos, com ponto máximo com 2,74 g kg de substrato⁻¹ (10,77 g planta⁻¹) (Gráfico 22A) e 2,38 g kg de substrato⁻¹ (5,92 g planta⁻¹) (Gráfico 23A), respectivamente.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação no entanto resultou em efeito negativo, com um comportamento linear decrescente, onde para a massa da matéria fresca do sistema radicular houve uma redução média de 9,49 g planta⁻¹ entre a condutividade de 2,0 dS m⁻¹ e 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 22B), e para a massa da matéria seca do sistema radicular caiu de 7,88 g planta⁻¹ na condutividade de 2,0 dS m⁻¹ para 2,23 g planta⁻¹ em 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 23B).

Gráfico 22 - Massa da matéria fresca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

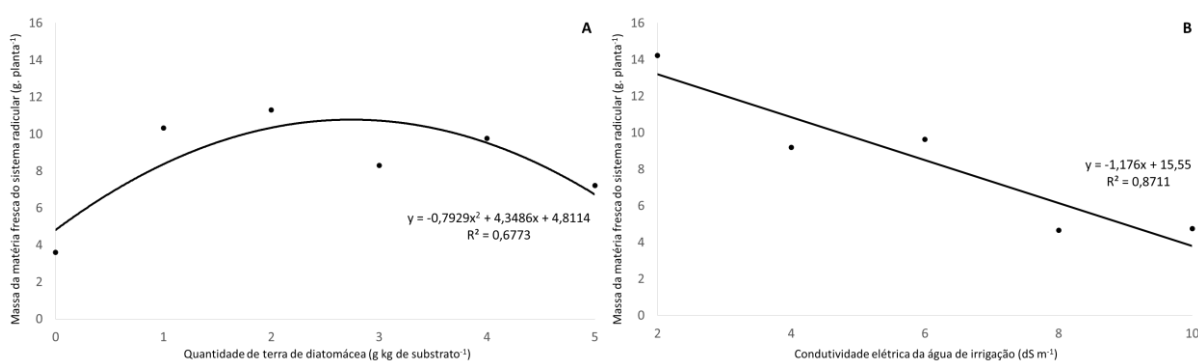
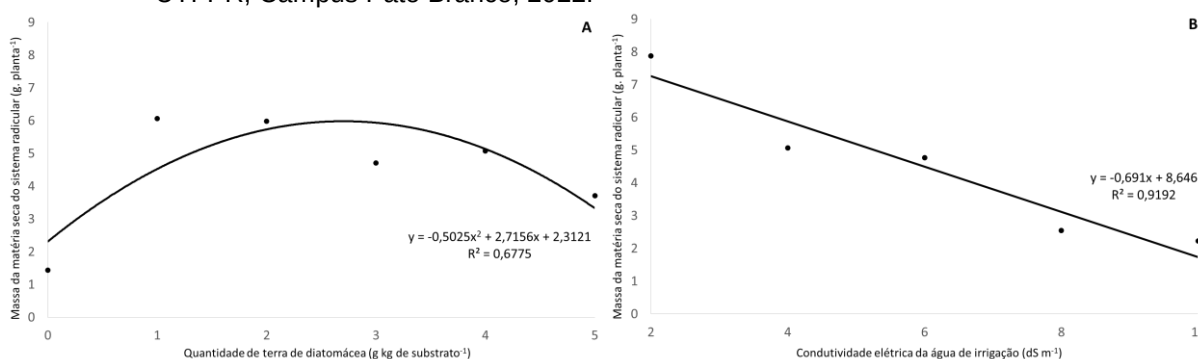


Gráfico 23 - Massa da matéria seca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Como resultado conjunto destes comportamentos tanto a massa da matéria fresca total quanto a massa da matéria seca total aos 90 dias apresentaram comportamento quadrático para quantidade de terra de diatomácea, com pontos máximos em $2,79 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ ($24,40 \text{ g planta}^{-1}$) (Gráfico 24A) e $2,89 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ ($15,17 \text{ g planta}^{-1}$) (Gráfico 25A), respectivamente.

No entanto para condutividade da água de irrigação o comportamento foi linear decrescente, sendo possível observar uma redução de $35,60 \text{ g planta}^{-1}$ ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$) para $8,16 \text{ g planta}^{-1}$ ($10,0 \text{ dS m}^{-1}$), o que correspondeu a um diferença média de $27,44 \text{ g planta}^{-1}$ entre a menor e maior condutividade elétrica (Gráfico 24B) para a massa da matéria fresca total e redução de $22,30 \text{ g planta}^{-1}$ em $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ para $3,64 \text{ g planta}^{-1}$ em $10,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Gráfico 25B) para massa da matéria seca total.

Gráfico 24 - Massa da matéria fresca total (g. planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea ($0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação ($2,0; 4,0; 6,0; 8,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

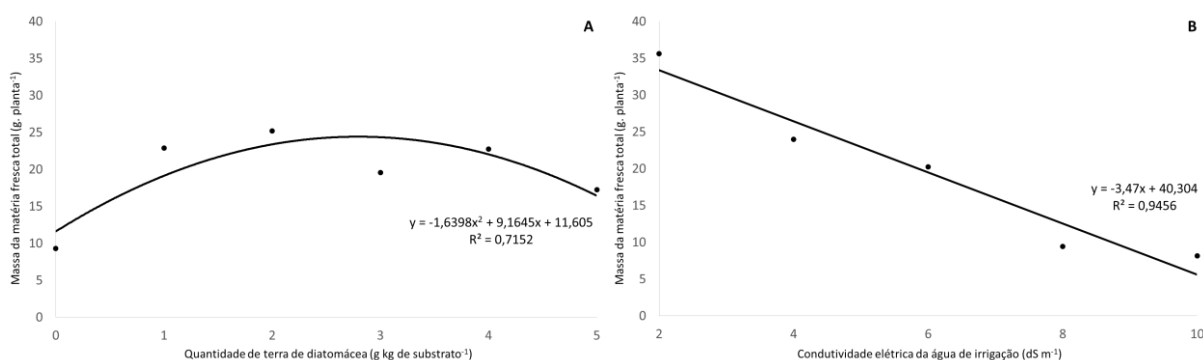
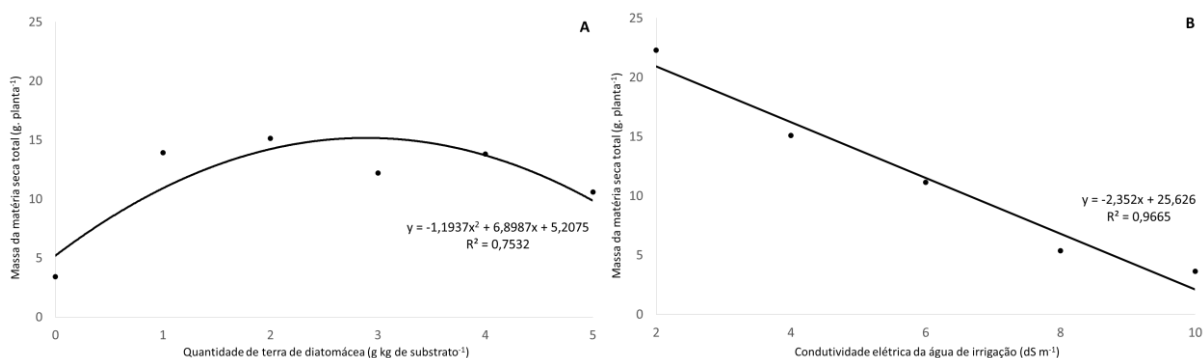


Gráfico 25 - Massa da matéria seca total (g. planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea ($0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação ($2,0; 4,0; 6,0; 8,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Quanto ao índice de tolerância a salinidade, este foi afetado positivamente pela utilização de terra de diatomácea, mostrando um comportamento quadrático, com melhores resultados para quantidades menores de composto. O ponto máximo foi atingido em 2,88 g kg de substrato⁻¹, com um valor médio de tolerância de 223,72% (Gráfico 26A).

O aumento da quantidade de cloreto de sódio nas águas de irrigação fez, por sua vez, com que os índices de tolerância fossem reduzidos pela elevação da condutividade elétrica das mesmas, apresentando comportamento linear decrescente, com uma diferença média entre a menor e maior condutividade elétrica de 266,06% (Gráfico 26B).

Todos os resultados encontrados para as variáveis de crescimento acabaram impactando diretamente no índice de qualidade de Dickson (IQD), fazendo com que, aos 90 dias, as plantas de *Plinia cauliflora* apresentassem comportamento quadráticos para quantidade de terra de diatomácea, com ponto máximo para 2,67 g kg de substrato⁻¹ (9,88 IQD) (Gráfico 27A), e linear decrescente para condutividade elétrica da água de irrigação, com redução dos valores de 12,91 (2,0 dS m⁻¹) para 3,63 (10,0 dS m⁻¹) (Gráfico 27B).

Gráfico 26 - Índice de tolerância a salinidade (%) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

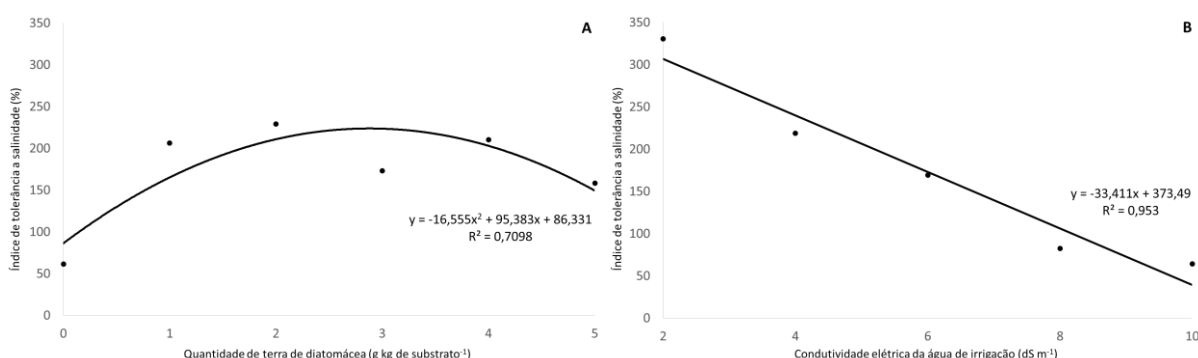
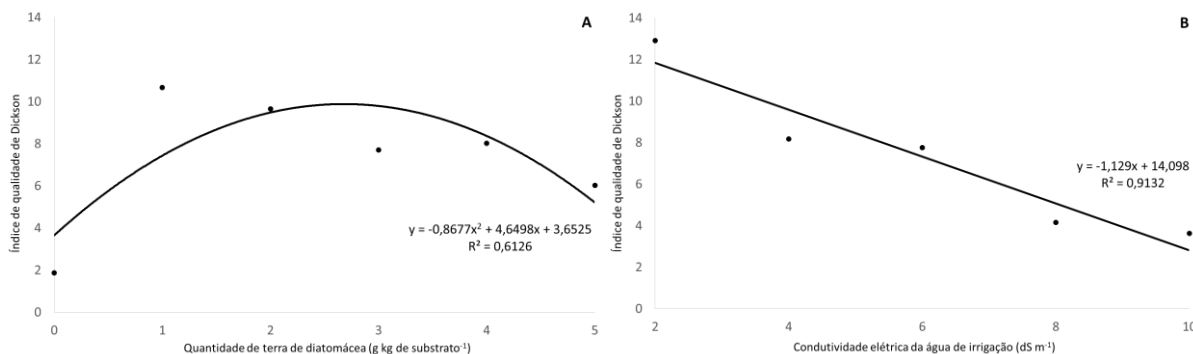


Gráfico 27 - Índice de qualidade de Dickson de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Em relação a descrição do sistema radicular, através da escala de notas proposta por Reis et al. (1996) observou-se que para a qualidade do sistema radicular em vista lateral não houveram diferenças estatísticas entre as condutividades, as quais apresentaram valores de 10,0; 7,66; 10,0; 10,0 e 9,0 para 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ (Tabela 3). Estes valores ficaram entre a faixa de nota 7 (raízes mal formadas, raiz principal estrangulada pelas raízes laterais que não se dispõem no sentido plagiotrópico) e 10 (raízes mal formadas, raiz principal extremamente curvada, apresentando uma zona de constrição), denotando que as más formações podem estar relacionadas diretamente ao fato de que raízes expostas a ambientes salinos tentam evitar o contato com os sais prejudiciais, ocasionando retração e modificações em sua arquitetura ou buscam aprofundar o sistema radicular em busca de água com teores menores dos referidos íons.

Também não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condutividades quanto a qualidade do sistema radicular em vista superior, apresentando valores de 7,33; 5,33; 5,33; 6,66 e 6,66 para 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ (Tabela 3). Mesmo não havendo diferença significativa estes resultados demonstram que nas condutividades de 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ as plantas se encaixaram entre as faixas de notas 4 (raízes laterais curvadas em dois quadrantes) e 6 (raízes laterais curvadas em três quadrantes). Já nas condutividades de 2,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ apresentaram-se entre a nota 6 e 8 (raízes laterais curvadas em todos os lados).

Quando as plantas receberam terra de diatomácea antes de serem expostas ao estresse salino, foram verificadas diferenças significativas na qualidade

do sistema radicular em vista lateral apenas com a utilização de 4,0 g kg de substrato⁻¹, sendo que, na condutividade de 10,0 dS m⁻¹ (6,66) o tratamento foi efetivo em melhorar discretamente o sistema radicular, seguido de plantas na condutividade de 6,0 dS m⁻¹ (9,0) quando comparados as condutividades de 2,0; 4,0 e 8,0 dS m⁻¹ (10,0) (Tabela 3).

Ao tomar-se a qualidade do sistema radicular em vista superior, as únicas diferenças significativas foram observadas utilizando 3,0 g kg de substrato⁻¹, onde, na maior condutividade (10,0 dS m⁻¹) foi encontrada a nota de 8,66 seguido das duas menores condutividades (2,0 e 4,0 dS m⁻¹) com notas 8,0. Nas condutividades de 6,0 e 8,0 dS. m⁻¹ o tratamento reduziu os danos ao sistema radicular com notas de 6,0 e 6,66, respectivamente (Tabela 3).

De acordo com as descrições visuais e atribuição de notas propostas por Reis et al. (1996), as médias consideradas ideais para arquitetura do sistema radicular com vista superior e lateral deveriam ser zero ou próximas a esse valor, pois, caracterizariam o sistema radicular como possuindo uma boa arquitetura, com raízes fortes bem desenvolvidas, com raiz principal apresentando crescimento ortotrópico e raízes laterais com crescimento plagiotrópicos.

Tabela 3 - Descrição da arquitetura do sistema radicular observadas em vista lateral e superior aos 90 dias (nota atribuída visualmente segundo Reis et al., 1996) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	QUALIDADE DO SISTEMA RADICULAR VISTA LATERAL					
	0 g kg substrato ⁻¹	1,0 g kg substrato ⁻¹	2,0 g kg substrato ⁻¹	3,0 g kg substrato ⁻¹	4,0 g kg substrato ⁻¹	5,0 g kg substrato ⁻¹
2,0 dS m ⁻¹	10,0 a	9,0 a	10,0 a	8,0 a	10,0 a	9,0 a
4,0 dS m ⁻¹	7,66 a	9,0 a	6,66 a	6,66 a	10,0 a	8,0 a
6,0 dS m ⁻¹	10,0 a	9,0 a	9,0 a	9,0 a	9,0 ab	10,0 a
8,0 dS m ⁻¹	10,0 a	9,0 a	9,0 a	9,0 a	10,0 a	10,0 a
10,0 dS m ⁻¹	9,0 a	9,0 a	10,0 a	6,66 a	6,66 b	9,0 a
	QUALIDADE DO SISTEMA RADICULAR VISTA SUPERIOR					
	0 g kg substrato ⁻¹	1,0 g kg substrato ⁻¹	2,0 g kg substrato ⁻¹	3,0 g kg substrato ⁻¹	4,0 g kg substrato ⁻¹	5,0 g kg substrato ⁻¹
2,0 dS m ⁻¹	7,33 a	7,33 a	7,33 a	8,0 ab	6,66 a	8,0 a
4,0 dS m ⁻¹	5,33 a	6,66 a	7,33 a	8,0 ab	6,66 a	8,0 a
6,0 dS m ⁻¹	5,33 a	6,66 a	7,33 a	6,0 b	8,0 a	6,66 a
8,0 dS m ⁻¹	6,66 a	7,33 a	7,33 a	6,66 b	6,66 a	6,66 a
10,0 dS m ⁻¹	6,66 a	6,66 a	7,33 a	8,66 a	4,66 a	6,0 a

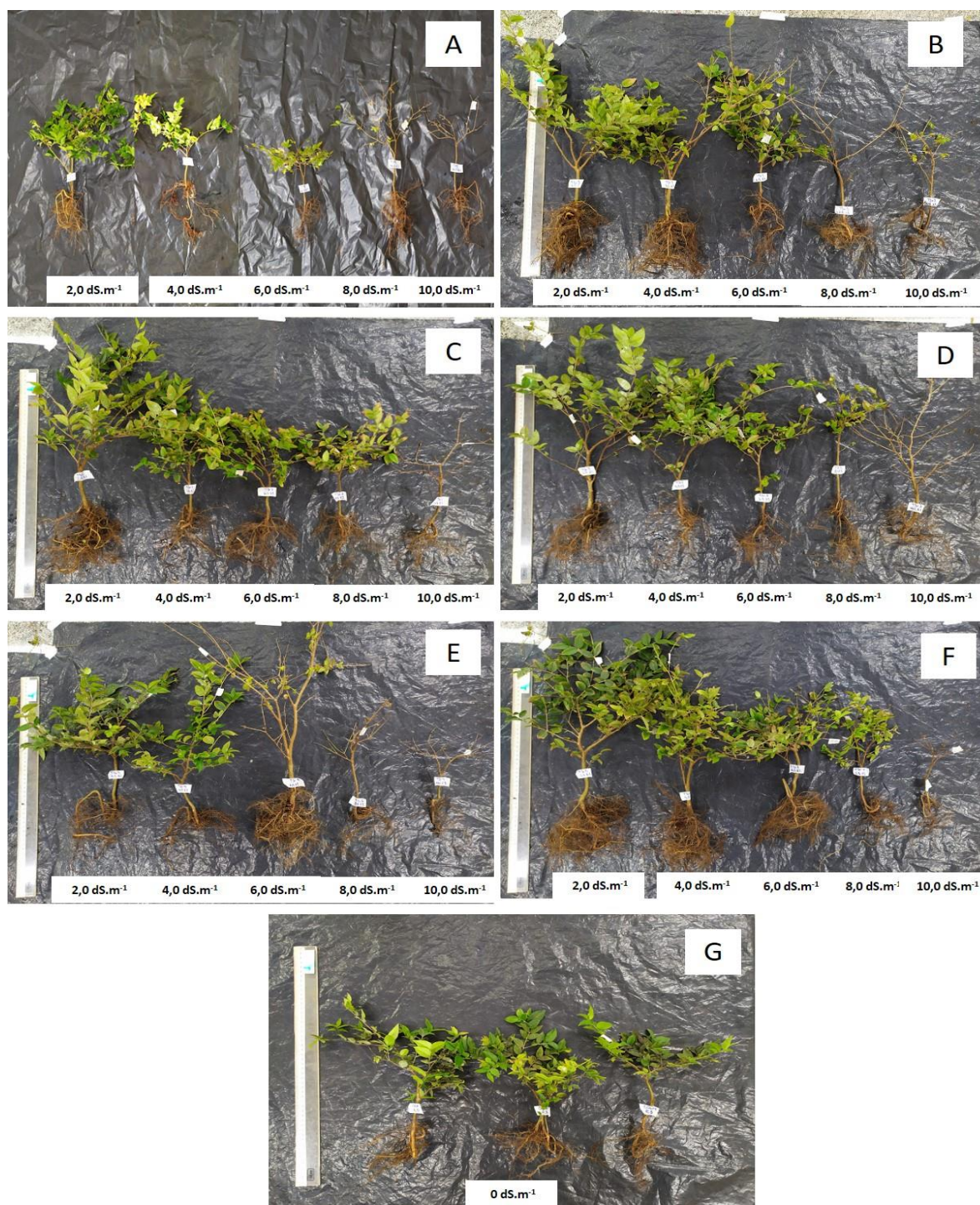
*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Friedman ($\alpha=0,05$).

Os resultados encontrados para as variáveis de crescimento, a redução na qualidade das mudas conforme expresso através do índice de qualidade de Dickson (Gráfico 27) e análise da qualidade do sistema radicular em vista lateral e superior (Tabela 3) também puderam ser confirmados visualmente (Figura 17), sendo que plantas de *Plinia cauliflora* que não receberam terra de diatomácea apresentaram tamanho reduzido, menores caules e raízes e nas condutividades mais elevadas as plantas exibiram forte abscisão foliar (Figura 17 A).

Quando as plantas foram expostas ao estresse salino após receberem terra de diatomácea verificou-se melhora na arquitetura estrutural das mudas, as quais passaram a apresentar caules, copas e raízes maiores, principalmente nas condutividades de 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹. No entanto foi observado que em condutividades elevadas a qualidade das mudas foi prejudicada, com redução nos aspectos morfométricos e grande abscisão foliar (Figura 17 B a F).

Mesmo assim o tratamento com doses de terra de diatomácea foram capazes de retardar os efeitos do estresse e proporcionaram mudas com qualidade visual superior, até mesmo quando comparadas as mudas que não foram submetidas ao estresse, as quais mesmo apresentando arquitetura sem alterações, apresentaram-se menos vigorosas do que as que receberam tratamento e foram submetidas ao estresse salino de baixo a moderado (Figura 17 G).

Figura 17 - Mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação nas condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. (A) controle salino; (B) 1,0 g kg de substrato⁻¹; (C) 2,0 g kg de substrato⁻¹; (D) 3,0 g kg de substrato⁻¹; (E) 4,0 g kg de substrato⁻¹; (F) 5,0 g kg de substrato⁻¹; (G) controle água destilada. 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Em relação aos teores de clorofila quando avaliado o efeito do aumento gradativo das quantidades de terra de diatomácea foi possível verificar que, para clorofila a, b e total, o comportamento foi quadrático tanto aos 30, quanto aos 60 dias (Gráficos 28A, 29A e 30A).

Para clorofila a os pontos máximos foram obtidos com 3,39 e 3,0 g kg de substrato⁻¹, respectivamente, o que representou índices médios de clorofila Falker para clorofila a de 39,06 e 35,87 IFC, respectivamente (Gráfico 28A). A clorofila b apresentou pontos máximos para 2,81 e 3,07 g kg de substrato⁻¹, respectivamente, o que representou índices médios de clorofila Falker para clorofila b de 7,88 e 6,92 IFC, respectivamente (Gráfico 29A) e para a clorofila total aos 30 e 60 dias, os pontos máximos foram em 3,11 e 3,02 g kg de substrato⁻¹, respectivamente, representando índices médios de clorofila Falker para clorofila total de 46,32 e 42,79 IFC, respectivamente (Gráfico 30A).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação não influenciou os teores de clorofila a, b e total aos 30 dias, sendo que estes foram considerados estatisticamente iguais com valores médios de 36,04; 6,56 e 42,61 IFC, respectivamente (Gráficos 28B; 29B e 30B). No entanto houve efeito negativo aos 60 dias, onde as plantas apresentaram comportamento linear decrescente com uma diferença numérica de 9,24 entre a maior e menor condutividade elétrica para índice de clorofila Falker clorofila a (Gráfico 28B), redução de 8,04 IFC na condutividade de 2,0 dS m⁻¹ para 4,15 IFC em 10,0 dS m⁻¹ para o índice de clorofila Falker para a clorofila b (Gráfico 29B) e uma diferença média de 13,14 IFC entre a menor e a maior condutividade elétrica da água de irrigação (2,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente) para o índice de clorofila Falker para a clorofila total (Gráfico 30B).

Gráfico 28 - Teor de clorofila a (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

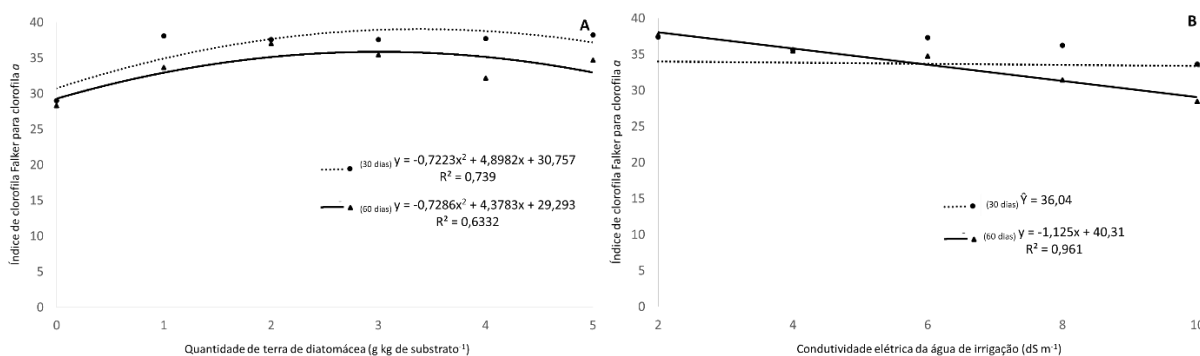


Gráfico 29 - Teor de clorofila b (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

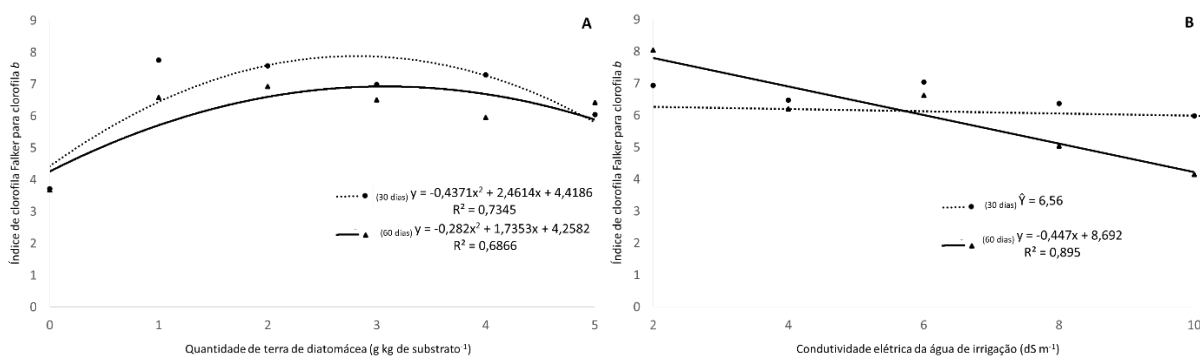
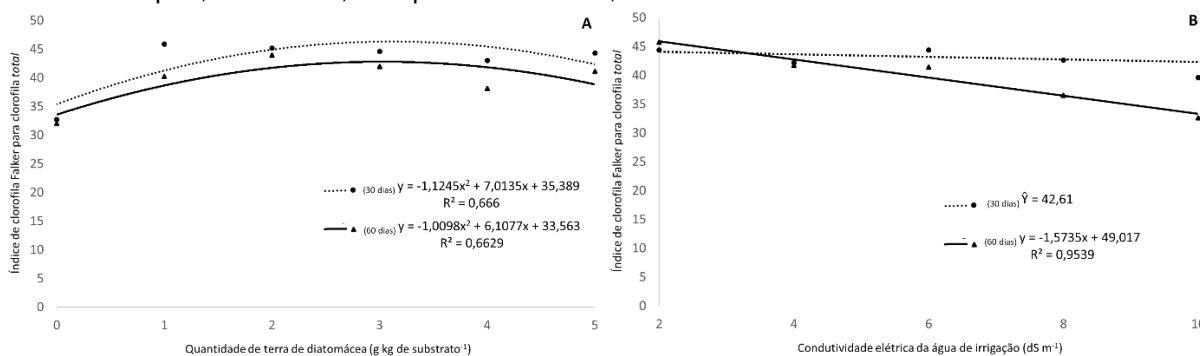


Gráfico 30 - Teor de clorofila total (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Em relação a evapotranspiração potencial, durante o mês de agosto de 2019 foi verificado pico máximo para o dia 21/08. Para a condutividade elétrica da água de irrigação de 2,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 2,0 e 4,0 g de terra de diatomácea kg de substrato⁻¹ (Gráfico 31A). Na condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 1,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹. No entanto, no dia 17/08 houve queda nos valores da evapotranspiração com o tratamento 5,0 g kg de substrato⁻¹, ocorrendo a retomada no dia 19/08 (Gráfico 31B).

Ao submeter as plantas a condutividade elétrica de 6,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 4,0 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 31C). Em condutividades mais elevadas, ao submeter as plantas a 8,0 dS m⁻¹ a evapotranspiração foi semelhante para todos os tratamentos, os quais apresentaram valores próximos uns dos outros, não sendo possível definir algum tratamento que tenha se sobressaído (Gráfico 31D). Para 10,0 dS m⁻¹ as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização das menores quantidades de terra de diatomácea (1,0 e 2,0 g kg de substrato⁻¹) (Gráfico 31E). Vale salientar que todos os tratamentos, em todos os níveis de estresse foram eficientes em melhorar a evapotranspiração potencial das plantas, quando comparados com os valores obtidos para plantas que não os receberam.

Em setembro de 2019, o pico máximo de evapotranspiração potencial das plantas foi obtido em quatro momentos diferentes, no dia 08/09; 14/09; 22/09 e 30/09. O padrão de distribuição gráfica dos dados foi semelhante em todas as condutividades empregadas (Gráfico 32). Para condutividade elétrica da água de irrigação de 2,0 dS m⁻¹ numericamente as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com utilização de 1,0; 2,0 e 4,0 g kg de substrato⁻¹. Pode-se observar também que o tratamento 3,0 g kg de substrato⁻¹, acabou apresentando valores inferiores aos encontrados para plantas que não receberam tratamento (Gráfico 32A).

Na condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹, numericamente as evapotranspirações potenciais mais altas foram obtidas com a utilização de 1,0 g kg de substrato⁻¹, seguido do tratamento com 5,0 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 32B). Ao submeter as plantas a condutividade elétrica de 6,0 dS m⁻¹ a evapotranspiração foi semelhante para todos os tratamentos, cujo destaque ficou com a utilização de 4,0 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 32C).

Quando as condutividades mais elevadas foram avaliadas, aos submeter as plantas a $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ numericamente as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de $3,0$ e $5,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (Gráfico 32D), e para $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ com $2,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (Gráfico 32E).

No último mês de avaliação (outubro de 2019) a evapotranspiração potencial das plantas exibiu tendência de se manter constante a partir do dia 08/10. Quando as plantas foram irrigadas com água de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, numericamente as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de $1,0$ e $5,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (Gráfico 33A). Na condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ foi com a utilização de $1,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (Gráfico 33B). Ao submeter as plantas a condutividade elétrica de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ o destaque ficou para utilização de $4,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (Gráfico 33C).

Quando as plantas foram submetidas a $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de $5,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (a partir do dia 08/10) sendo que, $4,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ foi o único tratamento com valores abaixo dos encontrados para plantas não tratadas (Gráfico 33D). Em $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de $4,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$, a qual a partir do dia 08/10 mostrou-se mais elevada em relação aos demais tratamentos (Gráfico 33E).

Gráfico 31 - Evapotranspiração potencial referente ao mês de agosto de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea por quilograma de substrato e submetidas às condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

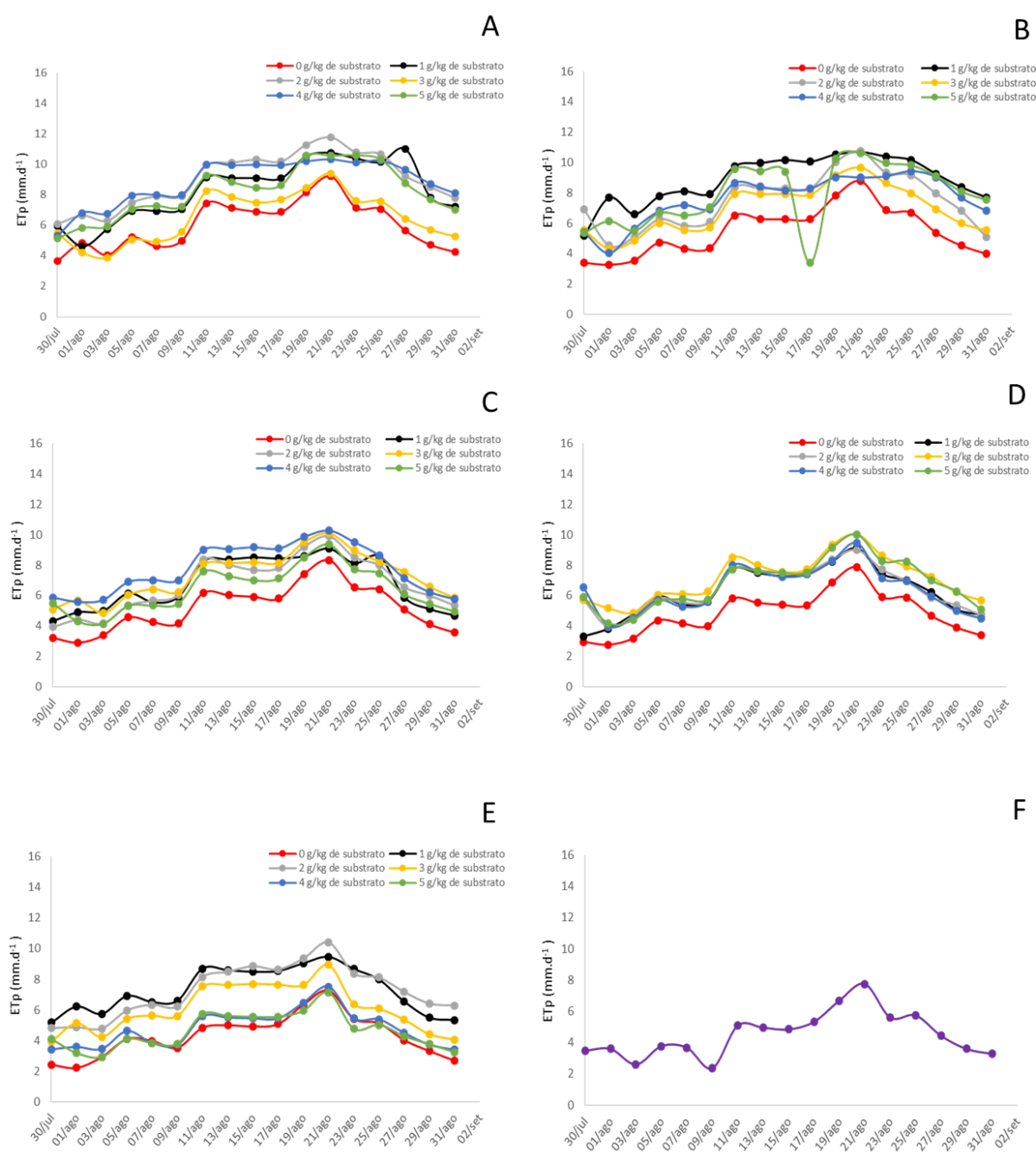


Gráfico 32 - Evapotranspiração potencial referente ao mês de setembro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

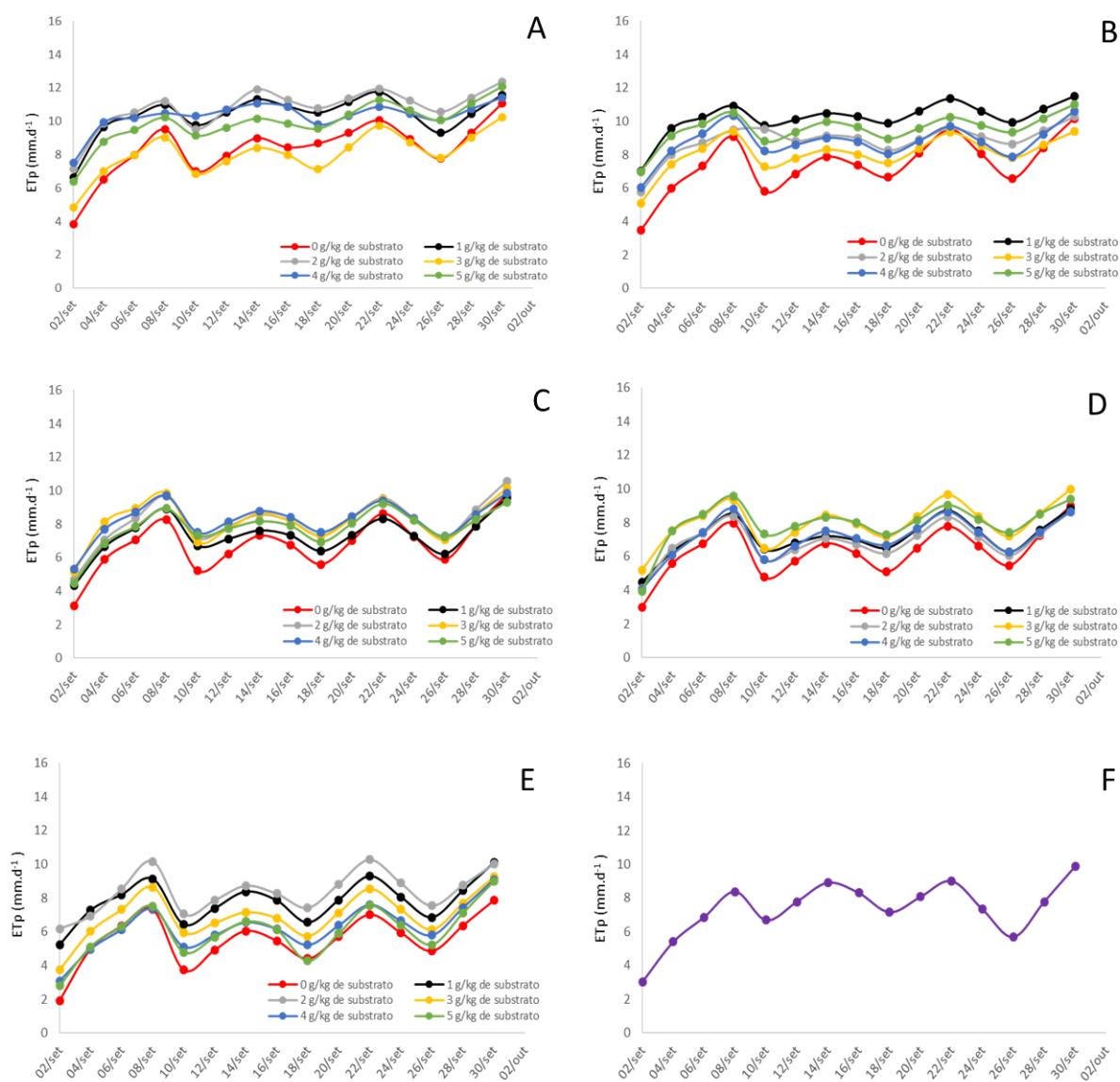
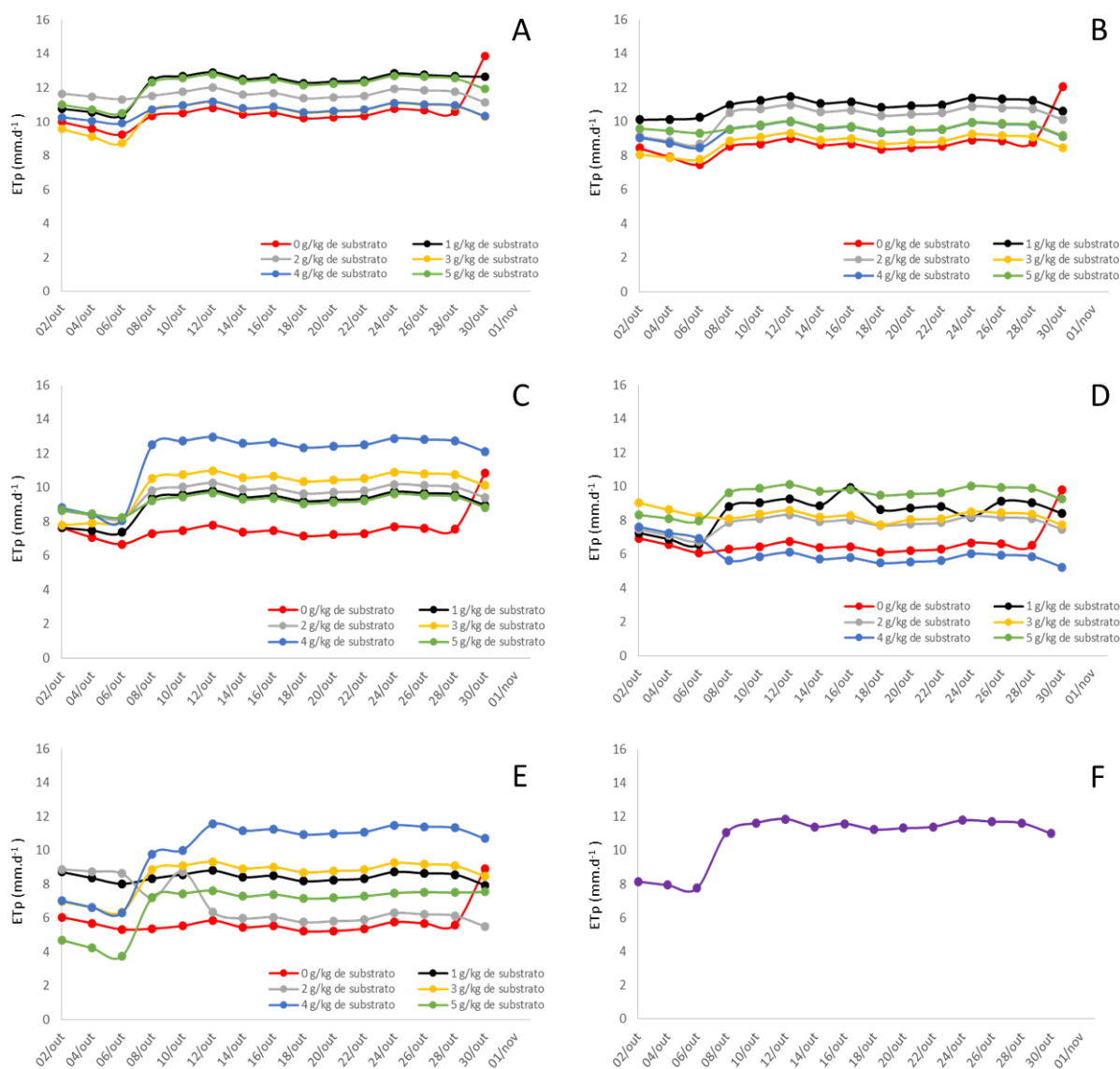


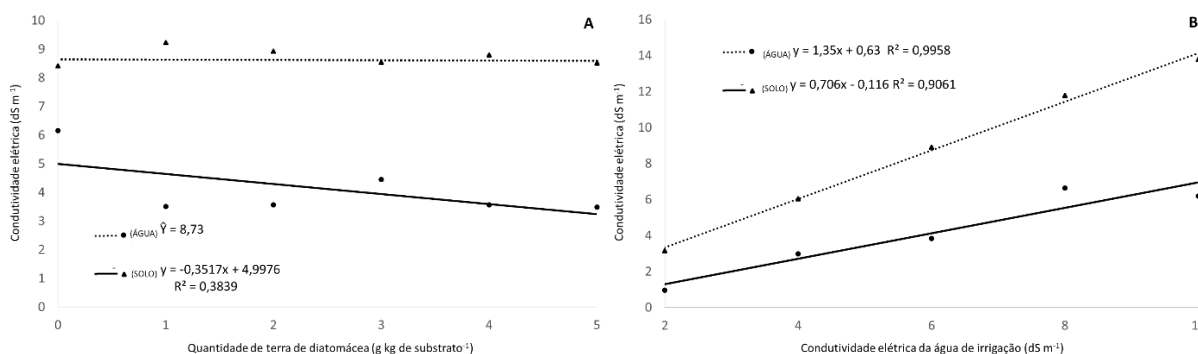
Gráfico 33 - Evapotranspiração potencial referente ao mês de outubro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Em relação a condutividade elétrica do solo e da água de lixiviação coletados aos 90 dias, foi possível observar que o aumento da quantidade de terra de diatomácea não influenciou a mudança dos valores obtidos para água de lixiviação, os quais mostraram-se estatisticamente iguais, com um valor médio de 8,73 dS m⁻¹, no entanto para o solo o comportamento acabou sendo linear decrescente, com redução da condutividade elétrica proporcional ao aumento das quantidades de terra de diatomácea (Gráfico 34A).

Houve aumento da condutividade elétrica do solo e da água de lixiviação proporcional ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sendo observado comportamento linear crescente para ambas as matrizes (Gráfico 34B)

Gráfico 34 - Condutividade elétrica do solo e água de lixiviação (dS m^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}) (B) para o solo e água de lixiviação aos 90 dias. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A redução da condutividade elétrica do solo em plantas que receberam terra de diatomácea e a não ocorrência de alterações significativas do pH do mesmo foi um ponto positivo. Segundo Castro (2013) quanto mais elevado o pH do solo, até certo ponto, maior será a disponibilidade de Si no solo e sua absorção pelas plantas. As reações de dissociação, polimerização e precipitação que ocorrem com o Si no solo, estão intimamente relacionadas à sua concentração na solução, ao pH do solo e a presença de óxidos de Fe e Al (KORNDÖRFER e SOUZA, 2018).

Em relação aos teores de matéria orgânica, observou-se declínio nas quantidades disponíveis com o aumento da condutividade do solo, sendo que ao atingir 10,0 dS m^{-1} foram registrados os menores valores, tanto para solos onde cresceram plantas tratadas com terra de diatomácea, quanto para aqueles que não receberam (Apendice 2).

Como consequência do processo de salinização dos solos pode ser observado a fragmentação hidráulica do solo, o qual sofreu compactação, principalmente em plantas sob alta condutividade elétrica da água de irrigação, dificultando assim o desenvolvimento radicular, além disso foram observados efeitos mutagênicos decorrentes dos níveis de salinidade, com estrangulamento do sistema

radicular e enovelamento do mesmo, como uma alternativa de tentar escapar as pressões exercidas pelos diferentes níveis de estresse.

Além disso, alguns indivíduos desenvolveram sistemas radiculares complementares ao sistema central, todos saindo do mesmo ponto de inserção no colo da planta, perdendo assim a dominância de um sistema pivotante central (Figura 18).

Estes fenômenos são bastante comuns em áreas irrigadas devido os sais solúveis transportados na irrigação água permanecerem no solo após evaporação e transpiração. A menos que esses sejam lixiviados desta matriz, estes se acumulam a níveis que podem levar os solos a se tornarem sódicos, causando degradação de sua estrutura e afetando, junto com outros problemas, a penetração da água e das raízes (GUL et al., 2014).

Ao aplicar diferentes quantidades de terra diatomácea e prolina houve uma considerável redução a fragmentação hidráulica do solo, no entanto, assim como no controle salino, não foram eficientes em evitar a compactação do solo e danos mutagênicos nas raízes.

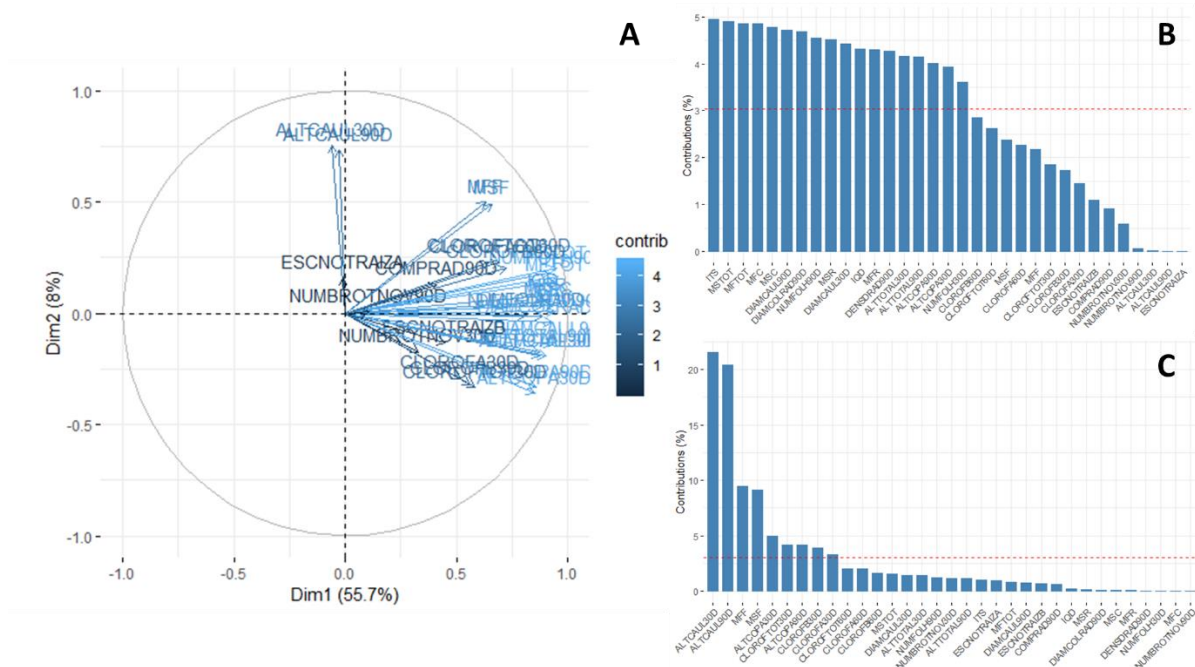
Figura 18 - Alterações morfológicas decorrentes do estresse salino (A e B) compactação do solo, (C) fragmentação hidráulica do solo, (D) senescência e abscisão foliar, (E) estrangulamento do sistema radicular, (F) mutações no sistema radicular. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Buscando compreender a contribuição de cada uma das variáveis analisadas no estudo, a partir da análise de componentes principais (ACP), foi possível observar que, quando as plantas foram tratadas com terra de diatomácea e então submetidas ao estresse salino por aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, o primeiro componente principal explicou 55,7% do arranjo formado, e que o segundo foi responsável por explicar 8% (Figura 19A).

Em relação a variável que deu a maior contribuição para primeiro componente destacou-se o índice de tolerância a salinidade (ITS), seguido de massa da matéria fresca e seca total e do caule (Figura 19B). Já para o segundo componente, as maiores contribuições foram dadas por altura do caule aos 30 e 90 dias (Figura 19C).

Figura 19 - Análise dos componentes principais da correlação medida a partir de todas as variáveis avaliadas no desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). (A) Contribuição das variáveis. (B) contribuição para o primeiro componente. (C) Contribuição para o segundo componente. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



De forma geral, a supressão do crescimento de mudas de *Plinia cauliflora* em condições de salinidade pode estar associada principalmente por redução na disponibilidade de água ou mediante ao acúmulo excessivo de íons (Na^+ e Cl^-) nos tecidos vegetais que, por sua vez, afetam os processos fisiológicos, como a taxa de assimilação de CO_2 (NAVARRO et al., 2007) e balanço nutricional (FERNANDES et al., 2003).

Gurgel et al. (2007) também detectaram efeitos negativos da salinidade em duas cultivares de goiabeira (Rica e Ogawa) crescendo em águas de irrigação com condutividade elétrica de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; e 4,5 dS m^{-1} onde, o aumento da CE ocasionou redução na altura de plantas, número de folhas e diâmetro de caule.

Em outro estudo realizado por Lopes e Klar (2009) observou-se que o aumento no nível de salinidade até a condutividade elétrica de 8,33 dS m^{-1} não prejudicou o crescimento inicial das mudas de *Eucalyptus urograndis*. No entanto após 30 dias de estresse a partir do nível de salinidade de 4,50 dS m^{-1} , ocorreram reduções no crescimento em altura e diâmetro, na produção de matéria seca da parte aérea e radicular e área foliar, corroborando com os resultados aqui apresentados.

Silva et al. (2018) ao realizarem estudo com plantas de pinha observaram que o crescimento e a qualidade das mudas foram reduzidos com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Quanto a contribuição da utilização de uma fonte de silício na forma de terra de diatomácea para a melhoria do crescimento das plantas, como pode ser observado a partir dos gráficos de altura do caule, altura da copa e altura total, pode estar associada ao seu papel auxiliar no ajuste osmótico, fazendo com que as plantas permanecessem por um menor período em situação de estresse antes da retomada do crescimento até atingirem o ponto de máxima eficiência.

Estes dados vão de encontro ao que foi observado por Lima et al. (2011) salientaram que o silício possui efeito benéfico sobre o organismo vegetal, notadamente, por atuar na otimização dos processos bioquímicos e fisiológicos, como é o caso da fotossíntese e melhorias no status hídrico da planta, refletindo-se no crescimento absoluto das culturas. Souza et al. (2015), relataram que a suplementação com Si promove incremento na altura e diâmetro do colmo, de plantas de milho.

Ming et al. (2012) ressaltaram que fontes de silício aumentam a tolerância das plantas ao déficit hídrico pelo fato de aumentar os níveis de açúcares que minimizam o desequilíbrio osmótico.

Além disso, por atuar de forma indireta sobre aspectos fotossintéticos e bioquímicos da planta, o silício pode promover aumento nas taxas fotossintéticas de plantas sob condições de estresse (MATEOS-NARANJO et al., 2013; SHI; et al, 2013), isto por que o mesmo aumenta a rigidez dos tecidos e à resistência mecânica das células, melhorando a arquitetura da planta (LIMA et al., 2011), aumentando a interceptação de luz, a eficiência do uso da água e o equilíbrio dos nutrientes minerais (MATEOS-NARANJO et al., 2013).

Assim, o fato das plantas que foram tratadas apresentarem valores superiores aos encontrados para indivíduos que não receberam tal composto, conforme observado, possivelmente é reflexo de uma menor degradação de pigmentos fotossintéticos e maior evapotranspiração, fazendo com que a captação de luz e conversão desta em energia e fotoassimilados possibilitassem um melhor desenvolvimento das plantas de *Plinia cauliflora*.

A redução nos diâmetros dos caules aos 30 e 90 dias em decorrência do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação podem ter relação direta com as respostas osmóticas das plantas à salinidade, visto que alterações nas relações hídricas (seca fisiológica), as quais promovem a diminuição do potencial hídrico foliar (Ψ_w), influenciando diretamente a turgescência celular, podem ter comprometimento a manutenção do status hídrico celular, restringindo as trocas gasosas (parcial ou totalmente) e limitando os processos fotossintéticos e transpiracionais e conseqüentemente o desenvolvimento das plantas (ESTEVES e SUZUKI, 2008; CHAVES et al., 2009).

Segundo Vadez (2014), a falta de água no xilema (traqueídes e elementos de vasos) ocasionada pelas alterações nas relações hídricas poderiam ser responsáveis por provocar a formação de bolhas de ar (embolismo) ou ainda interrupção do fluxo de água/seiva (cavitação) pela quebra da coluna de água, afetando o crescimento das plantas e impactando diretamente na redução no diâmetro do caule da planta (VADEZ, 2014).

Matos et al., (2013), ao estudarem o desenvolvimento de mudas de pinhão manso irrigadas com água de condutividades elétricas de 0,5; 8; 16 e 24 dS m^{-1} , também verificaram reduções para a altura das plantas e para o diâmetro do caule

das plantas irrigadas com águas de elevada condutividade elétrica (16 e 24 dS m⁻¹), após 50 dias de estresse, respectivamente, quando comparado ao controle. Já para a condutividade de 8 dS m⁻¹, não foram verificadas diferenças estatísticas, em relação ao controle, diferindo dos resultados aqui encontrados.

Sobre o fato de plantas tratadas com terra de diatomácea terem apresentado diâmetros maiores, quando comparadas as que não receberam o composto, é possível que este tenha melhorado os processos fisiológicos das plantas assim como observado por Nunes et al. (2019), onde a aplicação de silício em tomateiro sob condições de déficit hídrico, promoveu aumento do diâmetro do caule nas plantas.

A redução no número de novas brotações e ramos secundários, ocasionados pelo aumento da salinidade, pode estar relacionado ao fato de que as folhas são responsáveis pelo processo de transpiração, e sob estresse, as plantas podem fazer uso desta estratégia para reduzir a perda de água por transpiração (PACHECO, 2019).

O tratamento com terra de diatomácea minimiza ou retarda a abscisão foliar e possibilita o aparecimento de novas folhas principalmente com a utilização de quantidades de 1,0 a 3,0 g kg de substrato⁻¹. No entanto ficou evidente o efeito negativo do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação sobre esta variável, ocorrendo o gradual declínio no número de folhas novas.

Segundo Silva et al. (2008) e Oliveira et al. (2010) a redução no número de folhas com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação é utilizada como estratégia para manutenção da absorção da água, pois limita a superfície de transpiração e serve como alternativa para manter a baixa absorção de água salina (SILVA et al., 2008).

Além disso podem servir para reduzir a toxicidade de íons Na⁺ e Cl⁻, visto que as plantas investem em compartimentalização iônica desses elementos em vacúolos, principalmente em tecidos velhos, os quais possuem maior quantidade de vacúolos, e podem estar sujeitos a uma aceleração no processo de abscisão (SILVA et al., 2019).

Araújo et al. (2017), ao avaliarem o crescimento inicial de mudas de *Jatropha curcas* em estresse salino observaram redução no número de folhas a partir da 1ª semana de diferenciação, na ordem de 6, 10 e 9%, em relação ao controle, para os níveis de 50, 75 e 100 mM de NaCl, respectivamente. Na 3ª semana de

diferenciação, foi constatada uma redução na ordem de 12, 25 e 23% nos níveis de 50, 75 e 100 mM de NaCl, quando comparados ao controle. As reduções se mantiveram até o final das análises, onde na 5ª semana de diferenciação, foram verificados decréscimos percentuais de 9, 15 e 18% para os níveis crescentes de 50, 75 e 100 mM de NaCl, respectivamente, quando comparados ao controle

Os tratamentos com terra de diatomácea ocasionaram incrementos no diâmetro do colo quando comparados a plantas que não foram tratadas, sendo que quantidades menores resultaram em valores mais elevados.

De acordo com Alfnas et al. (2009), mudas de boa qualidade devem apresentar diâmetro do colo igual ou superior a 4 mm, e com base nos valores médios expressos graficamente, independente do fator avaliado, seja quantidade de terra de diatomácea ou condutividade elétrica da água de irrigação, esta característica é satisfeita, visto que foram encontrados valores médios iguais ou superiores a este, exceto em plantas que não foram tratadas, as quais apresentaram uma média de diâmetro do colo de 3,20 mm (Gráfico 13A)

A melhora do comprimento e densidade do sistema radicular em plantas que receberam terra de diatomácea quando comparadas as que não a receberam pode estar diretamente ligado a um redirecionamento de fotoassimilados ao sistema radicular visando dar suporte ao seu desenvolvimento (TAIZ et al., 2017). Este investimento de mais energia na produção de raízes favoreceria a obtenção de água em camadas mais profundas do solo, buscando “escapar” do fator de toxicidade iônico agindo sobre este sistema em plantas sob estresse.

Este apontamento vai de encontro ao observado por Correa (2019) o qual detectou influência positiva do Si em raízes de tomate sob déficit hídrico, atribuindo isso a uma possível indução da biossíntese de hormônios que promoveriam crescimento do sistema radicular, o que poderia aumentar a área de exploração de solo e, conseqüentemente, a absorção de água.

Já a redução do comprimento e densidade do sistema radicular em decorrência do aumento da condutividade elétrica, pode ser resultado de desidratação ou morte celular em seus tecidos, decorrente do fato de estarem em contato direto com o solo e serem a primeira estrutura da planta a detectar e sinalizar às demais células, tecidos e órgãos sobre os efeitos do estresse salino. O processo de desidratação do tecido radicular por diferenças no ajuste osmótico entre esse e o solo saturado com íons de sódio pode causar redução parcial do funcionamento ou

fechamento total dos estômatos, resultando em redução das trocas gasosas e conseqüentemente a produção de biomassa, dado ao decréscimo da fotossíntese (CUNHA et al., 2013; ROCHA et al., 2017).

Com o acréscimo de sais no solo o potencial hídrico das plantas é reduzido, atingindo valores muito baixos em função das maiores resistências criadas para o fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera, nesta condição a planta não consegue mais extrair água, podendo a perda de turgescência ser irreparável, a qual induziria o fechamento estomático e a inibição do desenvolvimento da área foliar (ROCHA et al., 2017).

Com a interrupção do fluxo de água mediante fechamento estomático ocorreria a saturação hídrica do solo por interrupção do fluxo de água através do xilema o que pode afetar o crescimento de raízes (por alterações na dinâmica da física do solo) (SCALON et al., 2011).

Valores maiores de massa da matéria fresca e seca dos caules, folhas, raízes e total em plantas que receberam terra de diatomácea, quando comparadas as que não receberam o composto pode ter sido resultado da atuação do silício e demais componentes do tratamento em diferentes níveis (molecular, celular e na planta como um todo), reduzindo o estresse hídrico, auxiliando na manutenção da homeostase (em conjunto com o equilíbrio iônico e o ajuste osmótico), na contenção de danos e seu rápido reparo (eliminação de espécies reativas a oxigênio e prevenção do estresse oxidativo), na desintoxicação de excesso de sais sob salinidade do solo, e, pela regulação e recuperação do crescimento.

O silício, presente em grande quantidade na terra de diatomácea pode evitar a redução da perda de água pela planta, uma vez que auxilia na formação de uma camada de sílica nas paredes das células epidérmicas, a qual é responsável por melhorar aspectos relacionado a fotossíntese e ao teor de água nas folhas, incremento na ativação da defesa antioxidante e por ajudar a evitar a compressão dos vasos durante a transpiração, ou seja, aumentando os mecanismos de defesa das plantas e melhorando a arquitetura estrutural em plantas de *Plinia* gerando um maior aporte de biomassa fresca e seca.

Em contrapartida, a redução das variáveis massa da matéria fresca e seca em caules, folhas e raízes, principalmente em plantas sob altos níveis de salinidade da água de irrigação podem ser atribuídos ao estresse hídrico provocado pela elevada concentração de sais na água de irrigação (PARDO, 2010; DINIZ NETO et

al., 2014; ROY et al., 2014) e ao custo energético envolvido na síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos, necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons (LOPES e KARL, 2009).

Um sinal referente a este déficit é rapidamente transmitido das raízes para o caule, causando redução do turgor intracelular e diminuição da expansão celular (MUNNS, 2005; MUNNS e TESTER, 2008). Este sinal também promove a biossíntese de ácido abscísico (ABA), levando as plantas a diminuírem sua condutância estomática (MUNNS, 2005; MUNNS e TESTER, 2008; ROY et al., 2014). Em virtude desta redução da condutância estomática ocorre uma menor assimilação de carbono, produção de biomassa e conseqüentemente a diminuição da produtividade como um todo.

Assim, as reduções nos teores de matéria fresca e seca podem em um primeiro momento ser resultado de mudanças no potencial hídrico (ψ_w) já que o aumento de sais no solo alteraria o ψ_w torna-o cada vez mais negativo, e afetando o movimento da água culminando em redução na formação de energia, no comprometimento da absorção de carbono, na demanda de utilização dos nutrientes e seu acúmulo nos tecidos, os quais podem ser mascarados por outros (necessidade de equilíbrio entre cátion e ânion), isto por que o desbalanço osmótico pelo sal faz com que a planta tente regular seu sistema, os nutrientes podem estar estocados mas não utilizados, apresentando falsos sinais de deficiência (OR et al., 2011; CORREIA, 2012; KERBAUY, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013). déficits hídricos que levam à inibição do crescimento e da fotossíntese.

Em um segundo momento estas reduções mediadas pelo aumento da condutividade elétrica das águas de irrigação podem estar relacionadas a segunda fase de estresse, quando os efeitos passam a ser iônicos, ou seja, devido ao acúmulo de concentrações tóxicas de sódio, especialmente nas folhas mais velhas, começa a ocorrer a indução de necrose do tecido e senescência foliar precoce (ROY et al., 2014), mediado pelo imbalance de íons, principalmente K e Ca. (MUNNS e TESTER, 2008).

Reduções de massa como as expressas graficamente também já foram observadas por Lopes e Klar (2009) para mudas de *Eucalyptus urograndis*, por Távora et al. (2001) para goiabeira e por Sousa et al. (2011) para clones de cajueiro.

A melhora na tolerância ao estresse salino em plantas que receberam terra de diatomácea, quando comparadas as que não receberam possivelmente são resultado dos efeitos positivos ocasionados pelo silício presente no composto, já que este proporciona a célula vegetal a garantia da integridade e estabelecimento da membrana celular e em condições extremas tem capacidade de estimular o sistema antioxidante aliviando os efeitos deletérios do sal. Segundo Silva et al. (2013) essa substância atua na planta melhorando a arquitetura das folhas influenciando na concentração das clorofilas, pigmentos responsáveis pela captura de luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química (ATP e NADPH), o que foi observado no presente trabalho.

O aumento nos teores de clorofila a, b e total mediada pela aplicação de terra de diatomácea em mudas de *Plinia*, quando comparadas as plantas que não receberam tratamento é bastante positivo do ponto de vista fisiológico, isto por que, segundo Akça e Samsunlu (2012) mudanças no conteúdo de clorofila e carotenoides podem ser indicadas como importantes fatores para o crescimento e tolerância das plantas a ambientes diversos.

Quantidades elevadas de clorofila b nos cloroplastos também são importantes tendo em vista que esse pigmento é considerado acessório, isto é, responsável pela captação da energia luminosa, além de ser convertido em clorofila a por meio da enzima clorofila a oxigenase (XU et al., 2001; TAIZ e ZEIGER, 2017), fazendo com que haja sincronismo entre os aceptores na cadeia de transporte de elétrons dos fotossistemas. Além disso, a clorofila b realiza captação da luz em outros comprimentos de onda, transferindo a energia para a clorofila a, favorecendo aproveitamento de luz mais eficiente em condições ambientais de baixa intensidade luminosa (LIMA et al., 2011).

O incremento no teores de clorofilas a, b e total em plantas que receberam terra de diatomácea pode estar associado ao fato de que o silício presente em grande quantidade neste composto ao ser absorvido é armazenado nas células epidérmicas da parte aérea, melhorando o ângulo de abertura das folhas tornando-as mais eretas e favorecendo a um melhor aproveitamento da luz (KORNDORFER et al., 1999).

Resultados demonstrando o aumento dos teores de clorofilas com a presença de silício também foram encontrados para tomateiro (AL-AGHABARY et al., 2005; EMRICH et al., 2011; RODRIGUES et al., 2016), alface (GROTH et al., 2017) e

roseira (LOCARNO et al., 2011). Gong et al. (2005) e Rios et al. (2014) verificaram fornecimento de silício via solo aumentou os teores dos pigmentos fotossintéticos nas folhas de plantas de trigo sob deficiência hídrica. O aumento nos teores de clorofilas em plantas sob estresse também foram observados para plantas de arroz (CHEN et al., 2011).

No entanto, as reduções dos teores de clorofila a, b e total, decorrentes do aumento da condutividade elétrica das águas de irrigação, podem ter contribuído para todos os efeitos negativos sobre o crescimento, conforme já descrito, isto por que, com a redução da biossíntese de clorofilas ocorrem limitações nas taxas de assimilação de carbono e conseqüentemente no desenvolvimento vegetal (LU et al., 2017).

Sobre as evapotranspirações potenciais mais elevadas e com mesmo padrão em plantas que receberam terra de diatomácea, independente da condutividade a qual foram submetidas, podem ser reflexo direto do efeito positivo do silício presente em grande quantidade no composto em minimizar os efeitos do estresse salino, fazendo inclusive com que as plantas apresentassem distribuição numérica muito semelhante aos valores encontrados para plantas que receberam apenas água destilada (Gráficos 31; 32 e 33).

Quando a água de irrigação é rica em sais, o potencial hídrico do solo tende a diminuir, forçando a planta a dois tipos de reação. Primeiro, a planta tenta baixar o seu potencial hídrico, através de ajuste osmótico, para que possa continuar a absorver água, que é necessária para manter os estômatos abertos. Ao atingir-se o limite mínimo entra em ação a segunda reação (fechamento estomático) com o intuito de reter o máximo de água dentro da planta. Este fenômeno se deve à redução da permeabilidade das raízes à água, dando origem ao estresse hídrico. Essa resposta estomática usualmente ocorre antes da inibição da fotossíntese e restringe a disponibilidade de CO₂ nos sítios de assimilação no cloroplasto (SILVA JUNIOR et al., 2012).

Para Ryan (2011), a restrição da transpiração por intermédio do fechamento estomático e o aumento da absorção de água pelas raízes são mecanismos essenciais para a sobrevivência de plantas cultivadas sob condições de estresse. Ferraz et al. (2012) acrescentaram que esse mecanismo conservativo propicia aumento da eficiência do uso da água, embora a fotossíntese seja inevitavelmente reduzida.

Efeitos negativos sobre a evapotranspiração como os observados para o controle que não recebeu terra de diatomácea também já foram observados por Carneiro et al. (2012) para cajueiro, onde a utilização de águas salinas acima de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ de condutividade elétrica provocou redução no consumo de água das plantas, com maior intensidade na prefloração e menor na frutificação. Este efeito também foi observado para outras espécies, como melancia (FIGUEIREDO et al., 2009); pimentão (SILVA, 2002); beterraba (SILVA et al., 2013).

Por fim, todas as reduções das variáveis de crescimento, alterações fisiológicas e bioquímicas descritas e discutidas até aqui para plantas de *Plinia cauliflora* que foram submetidas ao estresse salino por aumento da condutividade elétrica das águas de irrigação, também foram vivenciadas por plantas de *Eugenia myrtifolia* L., as quais, após serem submetidas ao estresse com NaCl por até 30 dias (Fase I) seguido da recuperação da salinidade (Fase II), ativaram uma série de mecanismos adaptativos para tentar lidar com o estresse salino, entre os quais, aumento da razão raiz / parte aérea e diminuição da área foliar, do potencial hídrico foliar e da condutância estomática para limitar a perda de água (ACOSTA-MOTOS et al., 2015).

Em linhas gerais, ficou evidente o papel benéfico da terra de diatomácea em melhorar o desenvolvimento das mudas de *Plinia cauliflora*, principalmente em quantidades mais baixas (Faixa de $1,0$ a $3,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$), garantindo alívio dos efeitos do estresse salino. Contudo, também fica claro que o aumento da salinidade é prejudicial e gera impactos cumulativos ao longo do tempo, visto que as reduções dos valores para as variáveis de crescimento foram mais expressivos após maior tempo de exposição (90 dias) ao cloreto de sódio presente nas águas de irrigação.

4.2.1 Acompanhamento do Desenvolvimento e Consumo Hídrico em Mudas de *Plinia cauliflora* Tratadas com Prolina e Submetidas a Água de Irrigação em Diferentes Condutividades.

Assim como observado para plantas tratadas com terra de diatomácea, através da análise estatística dos dados constatou-se que não houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores quantidades de prolina x condutividades elétricas das águas de irrigação no tratamento das mudas de *Plinia cauliflora* para nenhuma das variáveis de crescimento (altura do caule, altura da copa, altura total, diâmetro do caule, diâmetro do colo, número de brotações novas, número de folhas, massa da matéria fresca e seca do caules, folhas, raízes e total, índice de tolerância a salinidade e de qualidade de mudas de Dickson), muito menos para os teores de clorofilas a, b e total (Apêndices 44 a 73).

Através da análise isolada dos fatores, observou-se que, a altura do caule, não apresentou diferenças significativas em relação as quantidades de prolina empregada, tanto aos 30, quanto aos 90 dias, sendo 5,34 e 5,63cm os valores médios encontrados, respectivamente (Gráfico 35A). Também não foram constatadas diferenças significativas aos 30 e 90 dias para a altura do caule em relação ao aumento das condutividades elétricas da água de irrigação, os quais apresentaram valores médios de 5,34 e 5,64cm, respectivamente (Gráfico 35B).

A altura da copa, aos 30 dias, apresentou comportamento quadrático para as quantidades de prolina, com ponto máximo em $0,3 \text{ g kg de substrato}^{-1}$ (16,36cm), no entanto aos 90 dias não houve diferença significativa, sendo obtido o valor médio de 16,19cm (Gráfico 36A). Ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação sobre a altura da copa, aos 30 dias também não foi constatada diferença significativa entre os valores obtidos, com uma média de 14,90cm (Gráfico 36B) e aos 90 dias observou-se comportamento linear decrescente, onde a altura da copa reduziu de 18,75cm ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$) para 12,55cm ($10,0 \text{ dS m}^{-1}$) (Gráfico 36B).

Em relação a altura total da parte aérea, para as quantidades de prolina empregada, esta acabou mostrando comportamento quadrático aos 30 dias, com ponto máximo em $0,27 \text{ g kg de substrato}^{-1}$, e não apresentou diferenças significativas aos 90 dias (valor médio de 21,83cm) (Gráfico 37A).

Também não foram detectadas diferenças significativas em relação aos aumento das condutividades elétricas da água de irrigação aos 30 dias, a qual

apresentou valor médio de 20,23cm. Aos 90 dias foi observado comportamento linear decrescente, com redução da altura total da parte aérea de 25,19cm na condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹ para 18,38cm em 10,0 dS m⁻¹) (Gráfico 37B).

Gráfico 35 - Altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

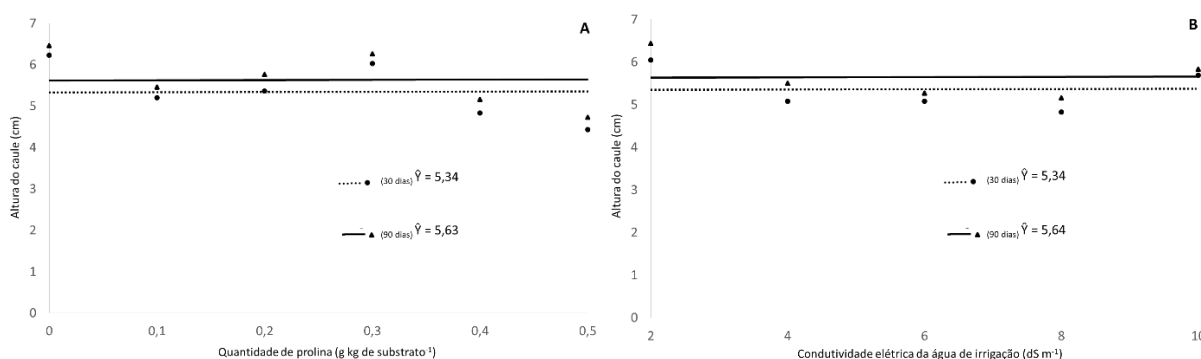


Gráfico 36 - Altura do copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

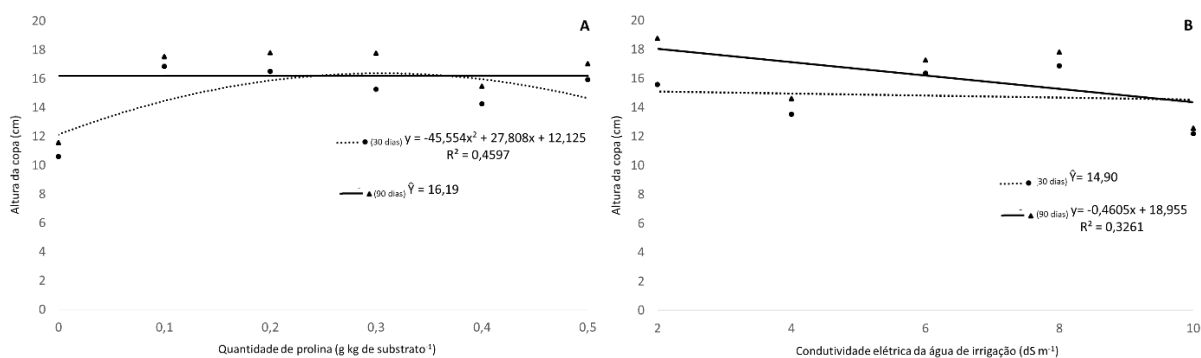
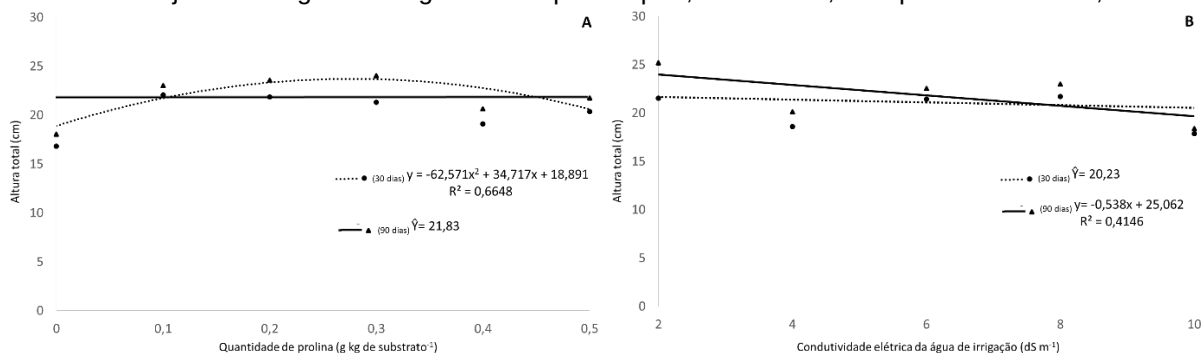


Gráfico 37 - Altura total da parte aérea (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A figura 20 elucida de forma ilustrativa os comportamentos obtidos e expressos através dos gráfico 35A e B; 36A e B; e 37A e B.

Figura 20 - Desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 60 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.



O diâmetro do caule foi influenciado positivamente com a utilização de prolina, onde aos 30 e 90 dias o comportamento observado foi quadrático com pontos de máximo em 0,30 g kg de substrato⁻¹ para ambos, o que correspondeu a 5,40 e

5,96mm, respectivamente (Gráfico 38A), assim como o diâmetro do colo apresentou o mesmo comportamento aos 90 dias foi quadrático, com ponto máximo para 0,28 g kg de substrato⁻¹, correspondendo a 5,27 mm (Gráfico 39A).

Por outro lado, houve influência negativa da condutividade elétrica da água de irrigação sobre o crescimento do diâmetro do caule, com comportamento linear decrescente aos 30 e 90 dias, tendo no primeiro período redução de 5,38cm (2,0 dS m⁻¹) para 3,96cm (10,0 dS m⁻¹) e no segundo caiu de 6,10cm na condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹ para 4,37cm em 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 38B). O diâmetro do colo reduziu de 6,0mm (2,0 dS m⁻¹) para 3,69mm (10,0 dS m⁻¹) aos 90 dias (Gráfico 39B).

Gráfico 38 - Diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

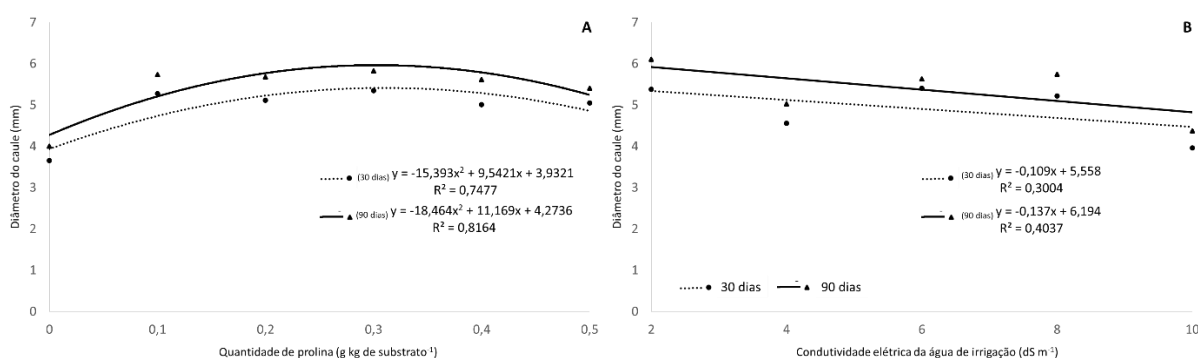
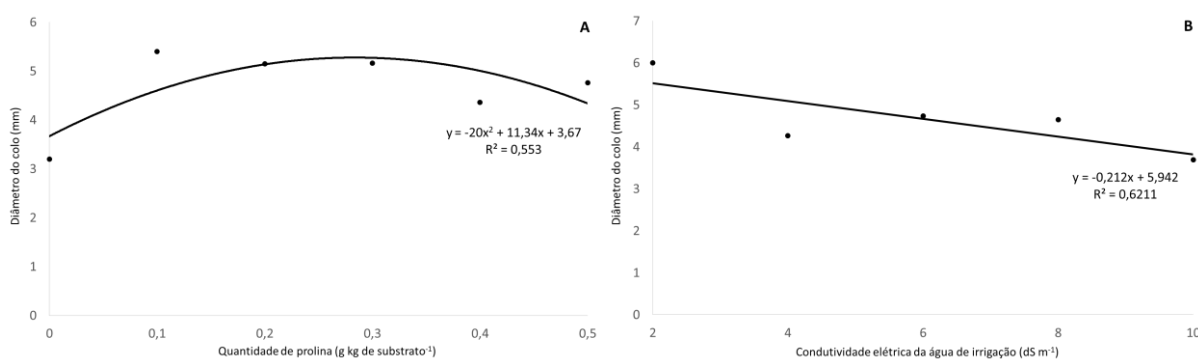


Gráfico 39 - Diâmetro do colo (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



O número de brotações novas apresentou comportamento quadrático, com ponto de máximo em 0,29 g kg de substrato⁻¹ aos 30 dias, o que correspondeu a 8,28 brotações, e ponto mínimo em 0,21 g kg de substrato⁻¹ aos 90 dias, o que correspondeu a 3,17 brotações (Gráfico 40A). Este mesmo comportamento quadrático

foi observado para o número de folhas com pontos de máximo para 0,3 (275 folhas) e 0,3 (258 folhas) g kg de substrato⁻¹, aos 30 e 90 dias, respectivamente (Gráfico 41A)

Ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação, aos 30 dias, o número de brotações novas e de folhas foram considerados estatisticamente iguais, com valores médios de 6,6 brotações e 225,8 folhas, respectivamente (Gráficos 40B e 41B). Aos 90 dias o comportamento observado foi linear decrescente para ambas as variáveis, ocorrendo uma redução de 5,0 (2,0 dS m⁻¹) para 2,0 brotações novas (10,0 dS m⁻¹) (Gráfico 40B) e de para 336 (2,0 dS m⁻¹) para 22 folhas (10,0 dS m⁻¹), o que representou uma diferença de 314 folhas entre a menor e a maior condutividade elétrica da água de irrigação (Gráfico 41B).

Gráfico 40 - Número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

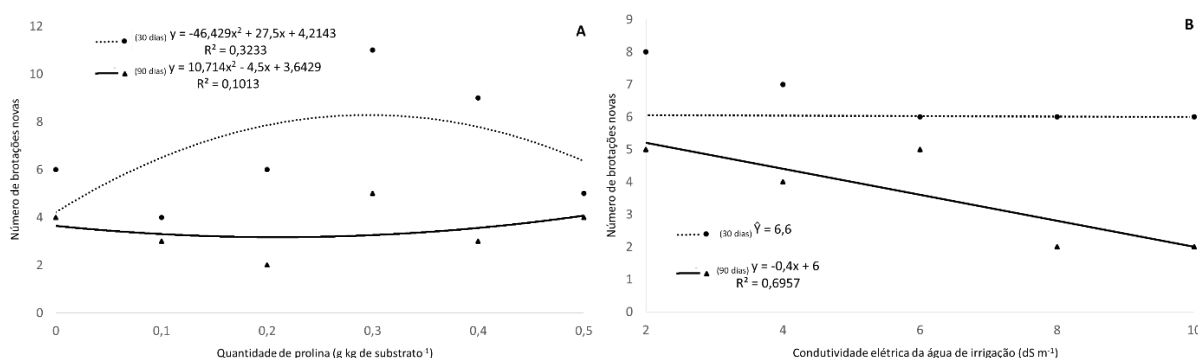
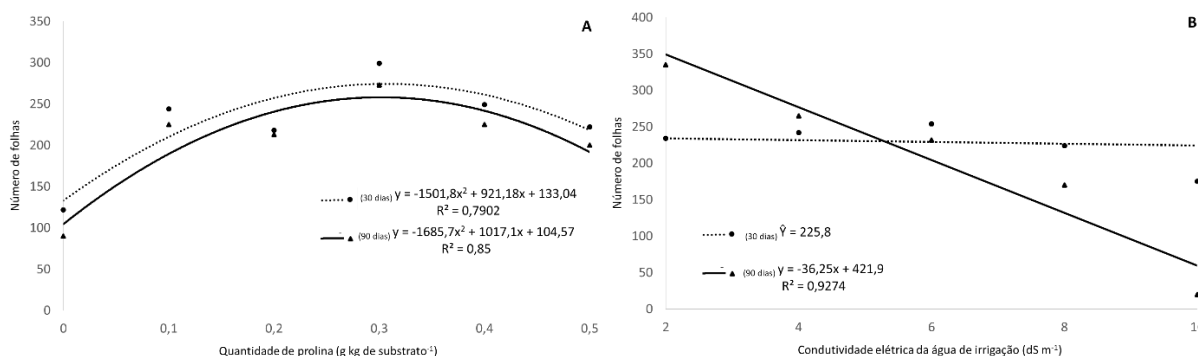
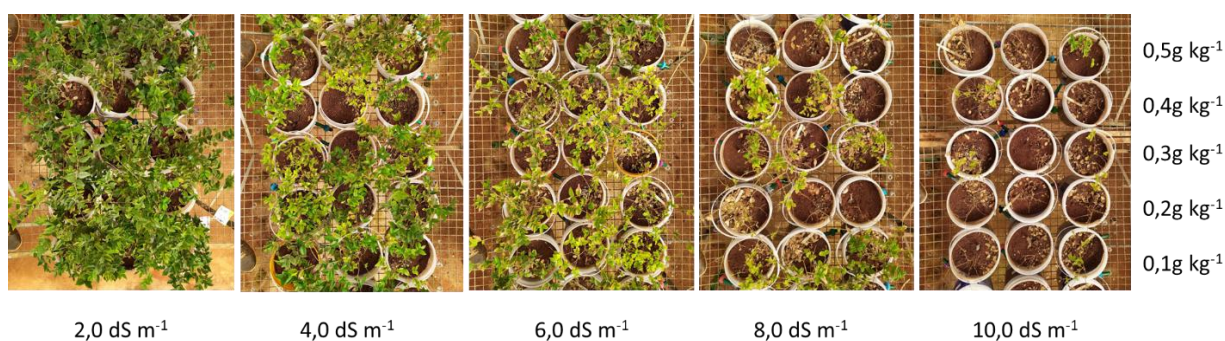


Gráfico 41 - Número total de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Esta relação de redução no número de folhas em virtude do aumento da condutividade conforme expresso no Gráfico 41B também pode ser exemplificada através da Figura 21, onde fica evidente o efeito negativo da elevação dos teores de cloreto de sódio acumulados no solo em decorrência do emprego de soluções salinas.

Figura 21 - Mudanças de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 90 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Quando o comprimento do sistema radicular aos 90 dias foi avaliado, observou-se que as médias não diferiram estatisticamente entre si de acordo com as quantidades de prolina e da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo obtido o mesmo valor médio em ambos os casos, ou seja 36,27cm (Gráfico 42A e 42B).

Em relação a densidade do sistema radicular aos 90 dias foi observado que o aumento nas quantidades crescentes de prolina tiveram resposta positiva sobre esta variável, com comportamento da curva de maneira quadrática, em que o ponto máximo em 0,37 g kg de substrato⁻¹, o que correspondeu a 7,74 g por cm⁻³ (Gráfico 43A).

No entanto a resposta foi negativa ao se avaliar o efeito do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, onde, aos 90 dias, o comportamento se mostrou linear decrescente, com valores de 9,5 g cm⁻³ para a condutividade de 2,0 dS m⁻¹) e reduzindo-se em 3,44 g cm⁻³ para 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 43B).

Gráfico 42 - Comprimento do sistema radicular (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

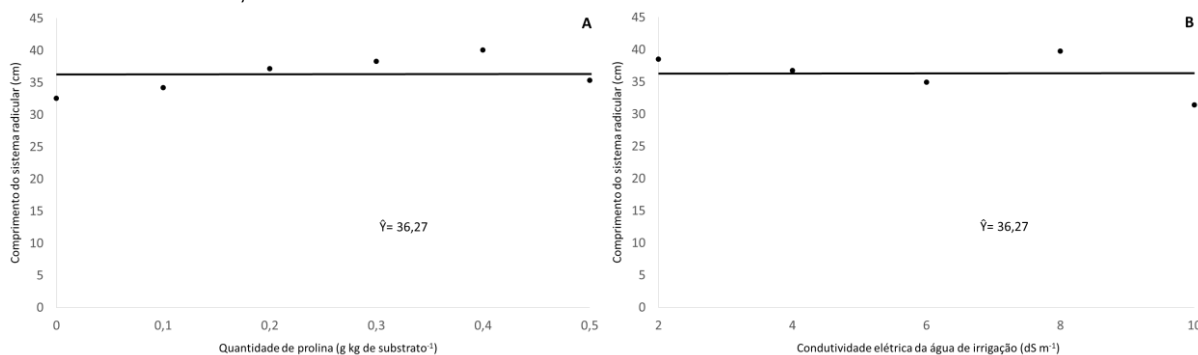
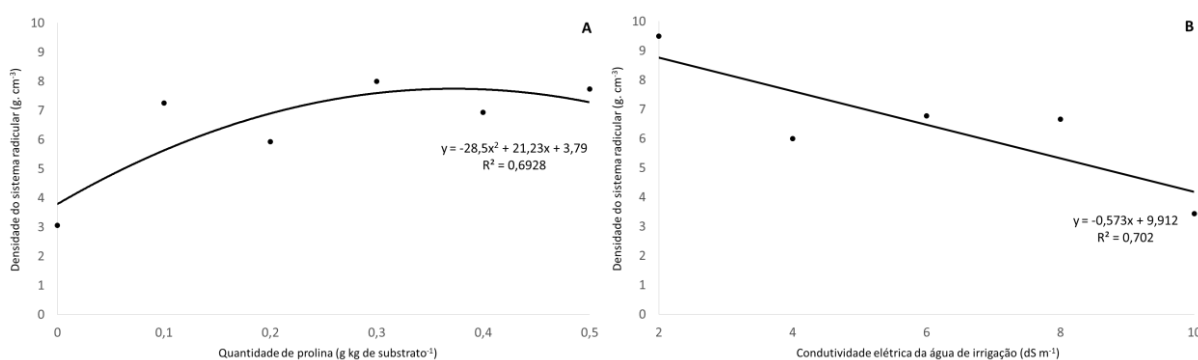


Gráfico 43 - Densidade do sistema radicular (g. cm⁻³) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A massa da matéria fresca e seca do caule aos 90 dias apresentaram comportamento quadrático em relação ao aumento das quantidades de prolina, com pontos máximos para 0,26 g kg de substrato⁻¹ (5,69 g planta⁻¹) (Gráfico 44A) e 0,29 g kg de substrato⁻¹ (2,62 g planta⁻¹) (Gráfico 45A), respectivamente.

Já com o aumento gradual na condutividade elétrica da água de irrigação houve redução da massa fresca e seca do caule aos 90 dias, com comportamento linear decrescente, chegando a 1,78 e 0,89g planta⁻¹ na condutividade de 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 44B e 45B).

Gráfico 44 - Massa da matéria fresca do caule (g. planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 $\text{g kg de substrato}^{-1}$) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

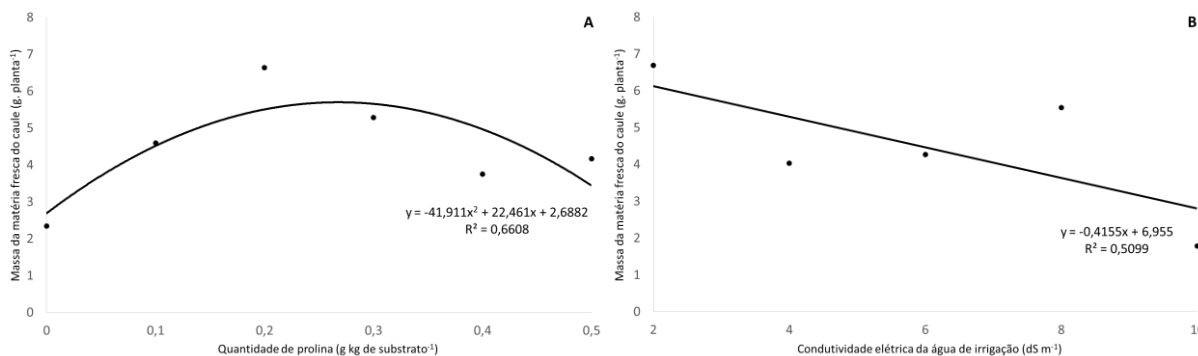
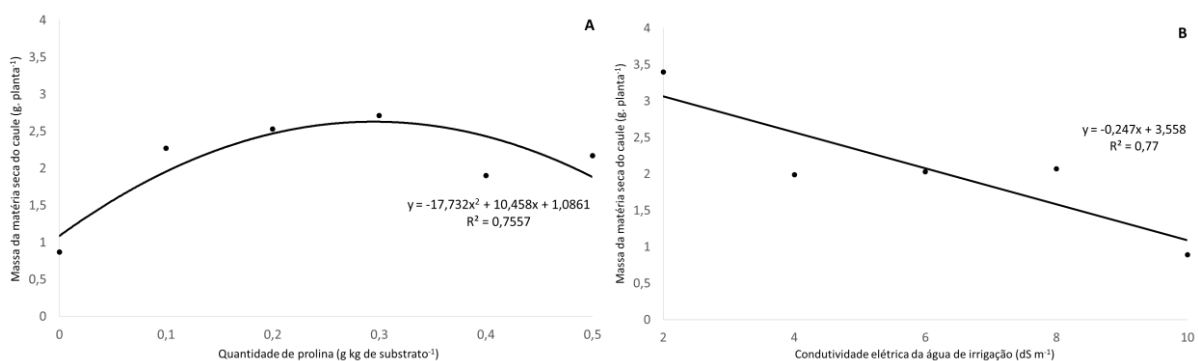


Gráfico 45 - Massa da matéria seca do caule (g planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 $\text{g kg de substrato}^{-1}$) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Ao se avaliar a massa da matéria fresca e seca das folhas, observou-se que, aos 90 dias não houveram diferenças significativas com o aumento das quantidades de prolina, com valores médios de $3,86 \text{ g planta}^{-1}$ (Gráfico 46A) $1,66 \text{ g planta}^{-1}$ (Gráfico 47A), respectivamente.

No entanto, ao se avaliar o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação sobre as massas da matéria fresca e seca das folhas aos 90 dias, foi possível verificar redução proporcional ao aumento desta, onde, quanto maior a condutividade elétrica, menor a massa. Para a massa de matéria fresca observou-se comportamento quadrático, com ponto mínimo em $9,49 \text{ dS m}^{-1}$, e para massa da matéria seca o mesmo foi linear decrescente que pode ser observado pelo comportamento linear

decrecente, partindo de 4,59 g planta⁻¹ para a condutividade de 2,0 dS m⁻¹ até atingir 0,07 g planta⁻¹ em 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 47B).

Gráfico 46 - Massa da matéria fresca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

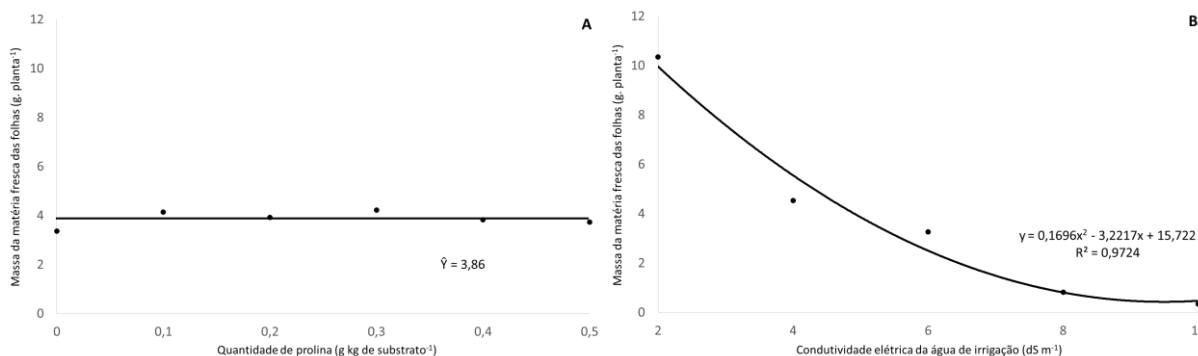
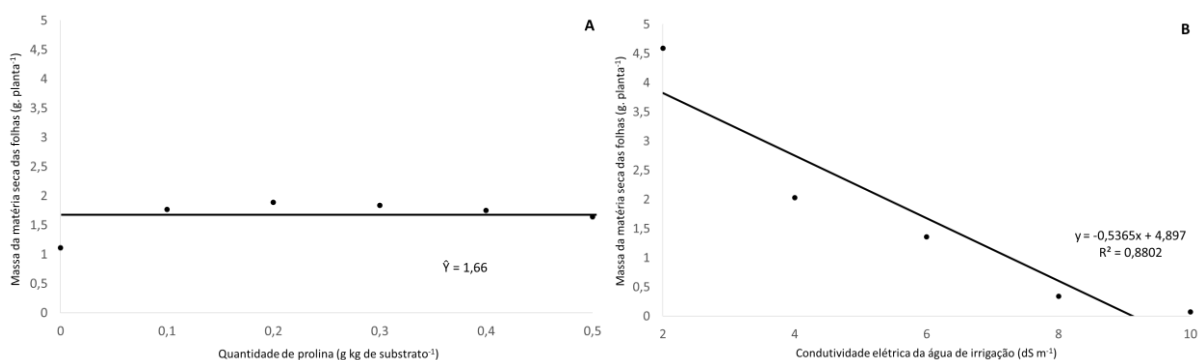


Gráfico 47 - Massa da matéria seca das folhas (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Assim como para as folhas, a massa da matéria fresca e seca do sistema radicular também não apresentou diferenças significativas aos 90 dias quando da utilização de quantidades crescentes de prolina, obtendo-se valores médios de 5,80 e 2,79 g planta⁻¹, respectivamente.

Em contrapartida, com o aumento da condutividade elétrica das águas de irrigação disponibilizadas as plantas observou-se efeito negativo sobre a massa da matéria fresca e seca do sistema radicular aos 90 dias, a qual apresentou comportamento linear para ambas, com redução de 8,83 g planta⁻¹ (2,0 dS m⁻¹) para

2,76 g planta⁻¹ (10,0 dS m⁻¹) (Gráfico 48B) e de 4,42 g planta⁻¹ (2,0 dS m⁻¹) para 1,25 g planta⁻¹ (10,0 dS m⁻¹) (Gráfico 49B), respectivamente, resultando em uma diferença média de 6,37 e 3,17 g planta⁻¹, respectivamente, entre a menor e maior condutividade elétrica da água de irrigação (Gráfico 48B e 49B).

Gráfico 48 - Massa da matéria fresca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

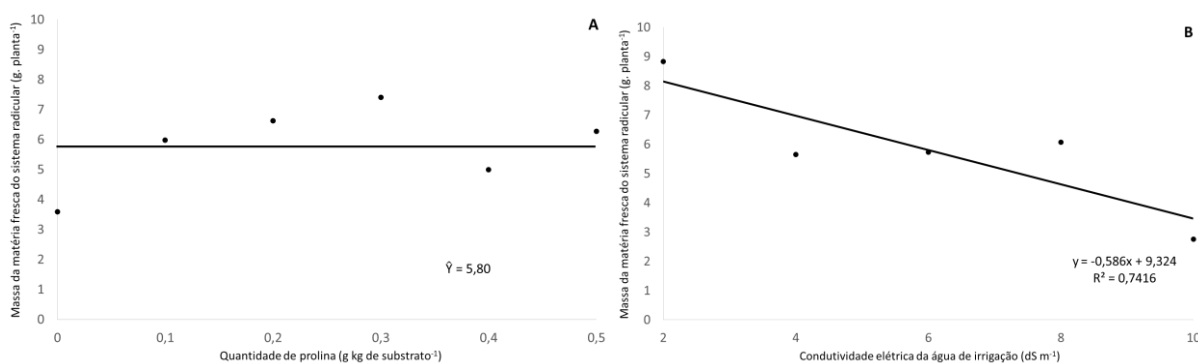
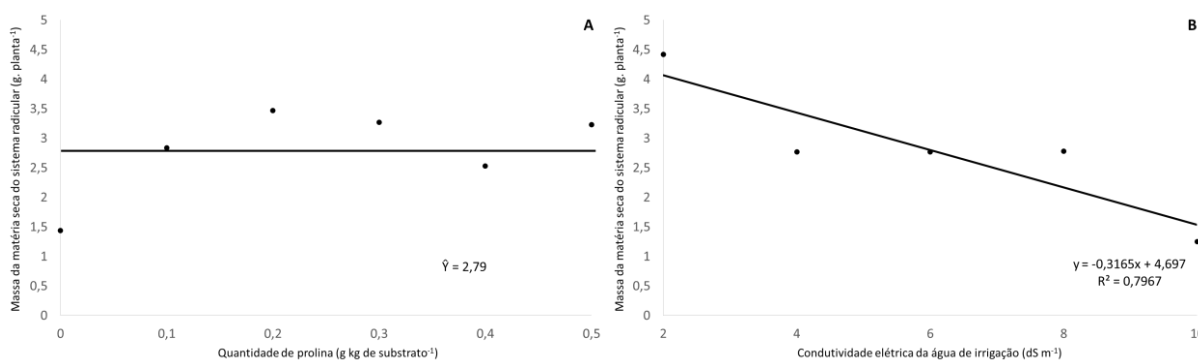


Gráfico 49 - Massa da matéria seca do sistema radicular (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A massa da matéria seca do sistema radicular também não apresentou diferenças significativas entre os valores obtidos no que se refere a massa da matéria fresca e seca total aos 90 dias ao se utilizar quantidades crescentes de prolina, sendo encontrado os valores médios de 14,13 (Gráfico 50A) e 6,55g planta⁻¹ (Gráfico 51A), respectivamente.

Foi observado efeito negativo sobre a massa da matéria fresca e seca total aos 90 dias em relação ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, a qual apresentou comportamento linear decrescente, com valores médios de 25,87; 14,21; 13,27; 12,43 e 4,89 g planta⁻¹ para as condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ para a massa da matéria fresca total (Gráfico 50B) e redução de 12,41 g planta⁻¹ (2,0 dS m⁻¹) para 2,22 g planta⁻¹ (10,0 dS m⁻¹) para a massa da matéria seca total (Gráfico 51B).

Gráfico 50 - Massa da matéria fresca total (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

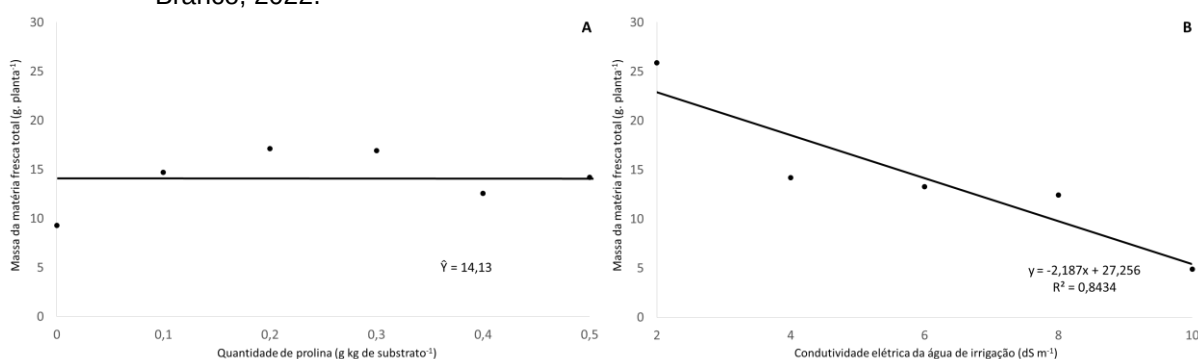
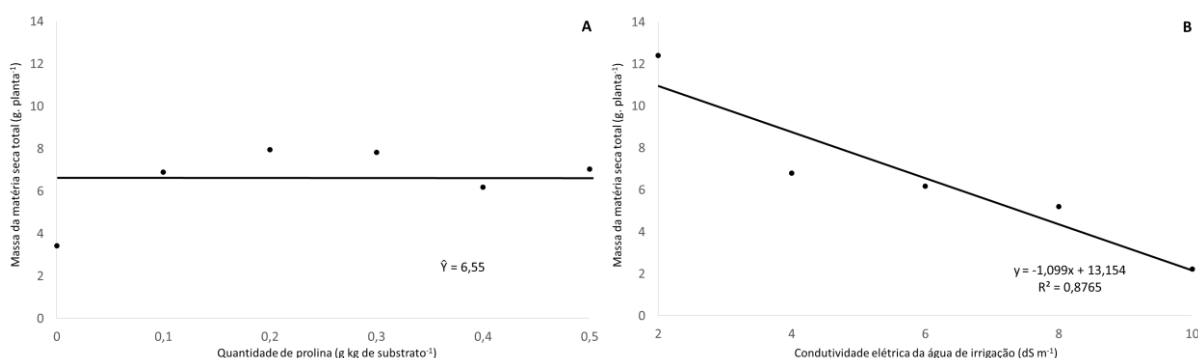


Gráfico 51 - Massa da matéria seca total (g. planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Assim como observado para outras variáveis de crescimento, o índice de tolerância a salinidade e o índice de qualidade de Dickson não apresentaram diferenças significativas aos 90 dias ao ser utilizadas quantidades crescentes de

prolina, sendo obtido valores médios de 117,02% (Gráfico 52A) e 3,71 IQD (Gráfico 53A), respectivamente.

Foram observados efeitos negativos aos 90 dias em relação ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, a qual apresentou comportamento linear decrescente, atingindo apenas 39,74% na maior condutividade elétrica (10,0 dS m⁻¹) em relação ao índice de tolerância a salinidade (Gráfico 52B) e valores médios de 5,61; 3,64; 3,68; 3,85 e 1,79 para as condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente, para o índice de qualidade de Dickson (Gráfico 53B).

Gráfico 52 - Índice de tolerância a salinidade (%) de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

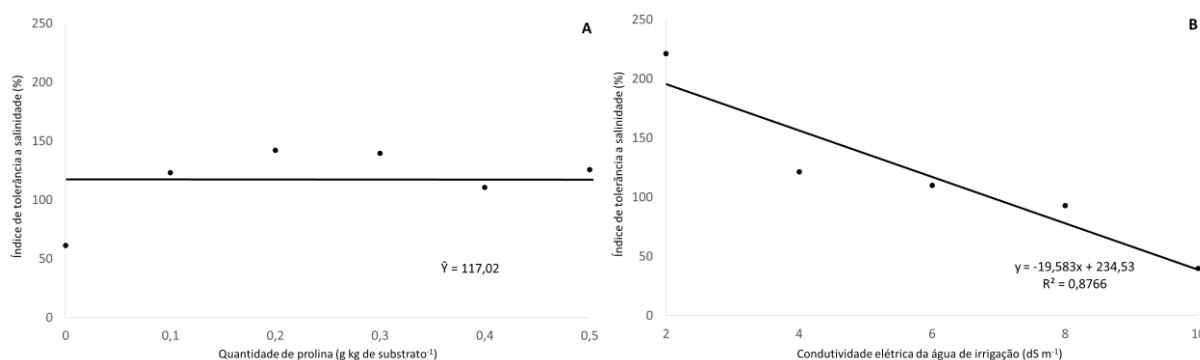
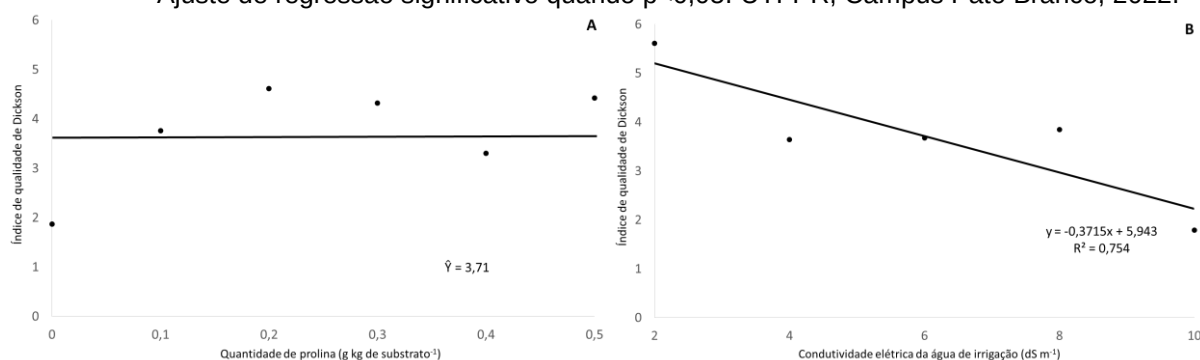


Gráfico 53 - Índice de qualidade de Dickson de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Quanto a descrição do sistema radicular (Reis et al., 1996) observou-se para plantas que foram submetidas apenas ao estresse salino que para a qualidade do sistema radicular em vista lateral não diferiu estatisticamente entre as condutividades, as quais apresentaram valores de 10,0; 7,66; 10,0; 10,0 e 9,0 para

2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ (Tabela 3). Estes valores ficaram entre a faixa de nota 7 (raízes mal formadas, raiz principal estrangulada pelas raízes laterais que não se dispõem no sentido plagiotrópico) e 10 (raízes mal formadas, raiz principal extremamente curvada, apresentando uma zona de constrição), denotando que as más formações podem estar relacionadas diretamente ao fato de que raízes expostas a ambientes salinos tentam evitar o contato com os sais prejudiciais, ocasionando retração e modificações em sua arquitetura ou buscam aprofundar o sistema radicular em busca de água com teores menores dos referidos íons.

Também não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condutividades quanto a qualidade do sistema radicular em vista superior, apresentando valores de 7,33; 5,33; 5,33; 6,66 e 6,66 para 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ (Tabela 3). Mesmo não havendo diferença significativa estes resultados demonstram que nas condutividades de 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ as plantas se encaixaram entre as faixas de notas 4 (raízes laterais curvadas em dois quadrantes) e 6 (raízes laterais curvadas em três quadrantes). Nas condutividades de 2,0; 8,0 e 10,0 dS. m⁻¹ apresentaram-se entre a nota 6 e 8 (raízes laterais curvadas em todos os lados).

Ao receberem quantidades de prolina antes de serem expostas ao estresse salino, foram verificadas diferenças significativas na qualidade do sistema radicular em vista lateral apenas com a utilização de 0,3 g kg de substrato⁻¹, sendo que, na condutividade de 4,0 dS. m⁻¹ (6,66) o tratamento foi efetivo em melhorar discretamente o sistema radicular, seguido de plantas na condutividade de 8,0 dS. m⁻¹ (8,0), 10,0 dS m⁻¹ (10,0) e 2,0 e 8,0 dS m⁻¹ (10,0) (Tabela 4).

Ao tomar-se a qualidade do sistema radicular em vista superior, as únicas diferenças significativas também foram observadas utilizando 0,3 g kg de substrato⁻¹, onde, nas condutividades de 2,0 e 8 dS m⁻¹ foi encontrada a nota de 8,0 seguido das condutividades de 4,0 e 6,0 dS m⁻¹ com notas 6,66. Na condutividade de 10,0 dS m⁻¹ o tratamento reduziu os danos ao sistema radicular com nota de 5,33 (Tabela 4).

De acordo com as descrições visuais e atribuição de notas propostas por Reis et al. (1996), as médias consideradas ideais para arquitetura do sistema radicular com vista superior e lateral deveriam ser zero ou próximas a esse valor, pois, caracterizariam um sistema radicular com boa arquitetura, com raízes fortes e bem desenvolvidas, com raiz principal apresentando crescimento ortotrópico e raízes laterais com crescimento plagiotrópicos.

Tabela 4 - Descrição da arquitetura do sistema radicular observadas em vista lateral e superior aos 90 dias (nota atribuída visualmente segundo Reis et al., 1996) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

QUALIDADE DO SISTEMA RADICULAR VISTA LATERAL						
	0 g kg substrato ⁻¹	0,1 g kg substrato ⁻¹	0,2 g kg substrato ⁻¹	0,3 g kg substrato ⁻¹	0,4 g kg substrato ⁻¹	0,5 g kg substrato ⁻¹
2,0 dS m ⁻¹	10,0 a	10,0 a	9,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a
4,0 dS m ⁻¹	7,66 a	5,33 a	10,0 a	6,66 b	10,0 a	10,0 a
6,0 dS m ⁻¹	10,0 a	10,0 a	9,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a
8,0 dS m ⁻¹	10,0 a	8,0 a	5,7 a	8,0 ab	10,0 a	10,0 a
10,0 dS m ⁻¹	9,0 a	10,0 a	10,0 a	9,0 ab	10,0 a	10,0 a
QUALIDADE DO SISTEMA RADICULAR VISTA SUPERIOR						
	0 g kg substrato ⁻¹	0,1 g kg substrato ⁻¹	0,2 g kg substrato ⁻¹	0,3 g kg substrato ⁻¹	0,4 g kg substrato ⁻¹	0,5 g kg substrato ⁻¹
2,0 dS m ⁻¹	7,33 a	7,33 a	8,0 a	8,0 a	7,33 a	7,33 a
4,0 dS m ⁻¹	5,33 a	5,33 a	6,66 a	6,66 ab	6,66 a	7,33 a
6,0 dS m ⁻¹	5,33 a	6,0 a	6,66 a	6,66 ab	6,66 a	6,66 a
8,0 dS m ⁻¹	6,66 a	7,33 a	5,33 a	8,0 a	6,66 a	8,0 a
10,0 dS m ⁻¹	6,66 a	4,66 a	5,33 a	5,33 b	5,33 a	7,33 a

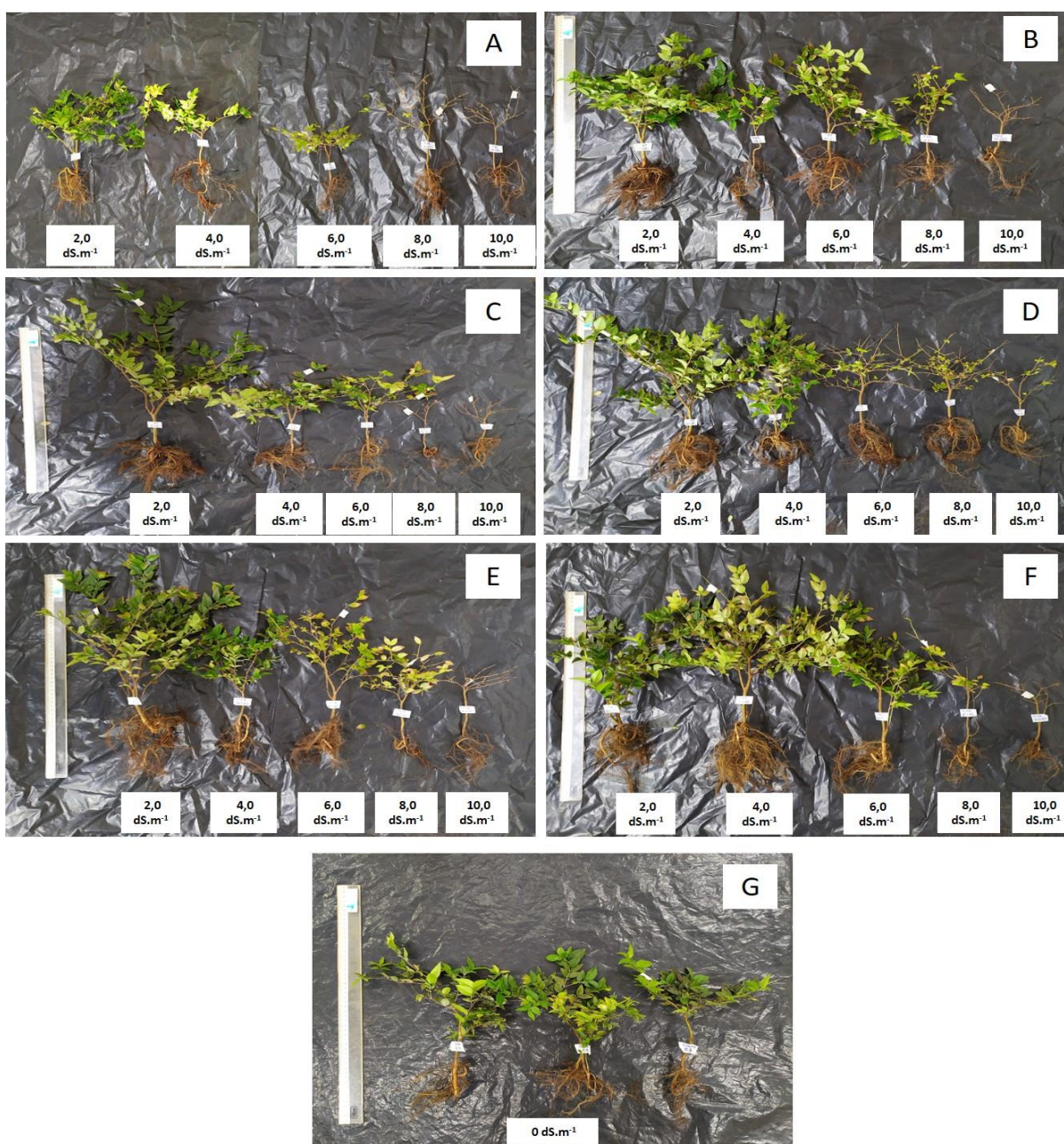
*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Friedman ($\alpha=0,05$).

A redução na qualidade das mudas em virtude do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação conforme expresso através do índice de qualidade de Dickson (Gráficos 53A e B) e análise da qualidade do sistema radicular em vista lateral e superior (Tabela 4) também puderam ser confirmados visualmente (Figura 21), sendo que plantas de *Plinia cauliflora* expostas a altas quantidades de sais apresentaram tamanho reduzido, menores caules e raízes, além de elevado processo de abscisão foliar (Figura 22).

Visualmente, o efeito da salinidade foi menos pronunciado em condutividades elétricas mais baixas (2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹), isto porque, nesta faixa, as plantas tratadas com prolina aparentemente mostraram uma melhor arquitetura estrutural das mudas, apresentando caules, copas e raízes ligeiramente maiores. No

entanto foi observado que em condutividades elevadas a qualidade das mudas foi prejudicada, com redução nos aspectos morfométricos e grande abscisão foliar (Figura 22 B a F).

Figura 22 - Mudanças de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação nas condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. (A) controle salino; (B) 0,1 g kg de substrato⁻¹; (C) 0,2 g kg de substrato⁻¹; (D) 0,3 g kg de substrato⁻¹; (E) 0,4 g kg de substrato⁻¹; (F) 0,5 g kg de substrato⁻¹; (G) controle água destilada. 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



O aumento das quantidades de prolina não influenciou nos índices de clorofila Falker para clorofila a, b e total, sendo que estes tiveram valores considerados estatisticamente iguais, com médias de 33,17 (Gráfico 54A); 4,6 (Gráfico 55A) e 37,77 (Gráfico 56A), respectivamente, aos 30 dias, e 30,34 (Gráfico 54A); 4,73 (Gráfico 55A) e 35,08 (Gráfico 56A), respectivamente, aos 60 dias.

As condutividades elétricas de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ também não influenciaram nos teores de clorofila a, b e total aos 30 dias, sendo encontrados valores médios de 33,18 (Gráfico 54B); 4,59 (Gráfico 55B) e 37,77 (Gráfico 56B), respectivamente, aos 30 dias, e aos 60 dias não houve diferença significativa para a clorofila a, com valor médio de 30,34 (Gráfico 54B) e clorofila total, com valor médio de 35,08 (Gráfico 56B). No entanto, para a clorofila b, aos 60 dias, pode ser observado comportamento quadrático, com ponto máximo em 4,27 dS m⁻¹ (Gráfico 55B).

Gráfico 54 - Teor de clorofila a (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

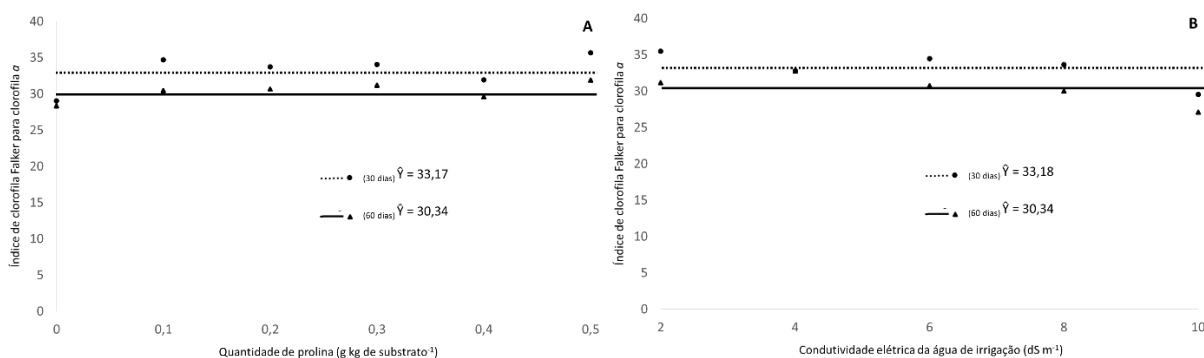


Gráfico 55 - Teor de clorofila b (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

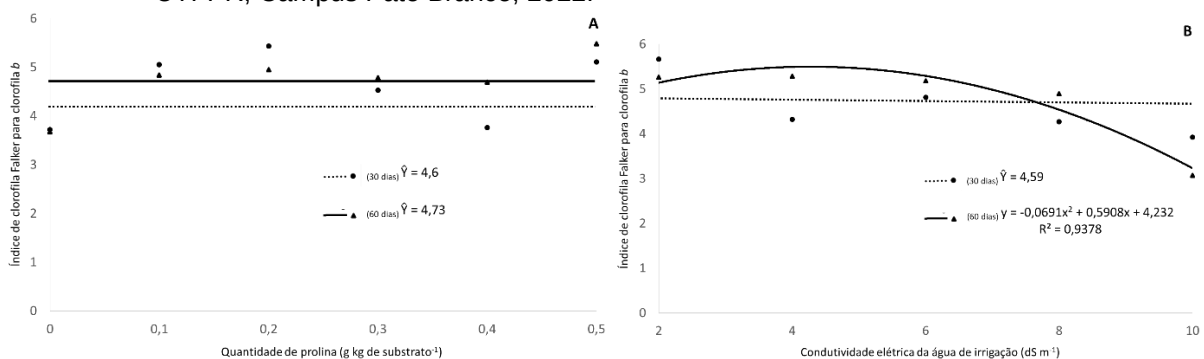
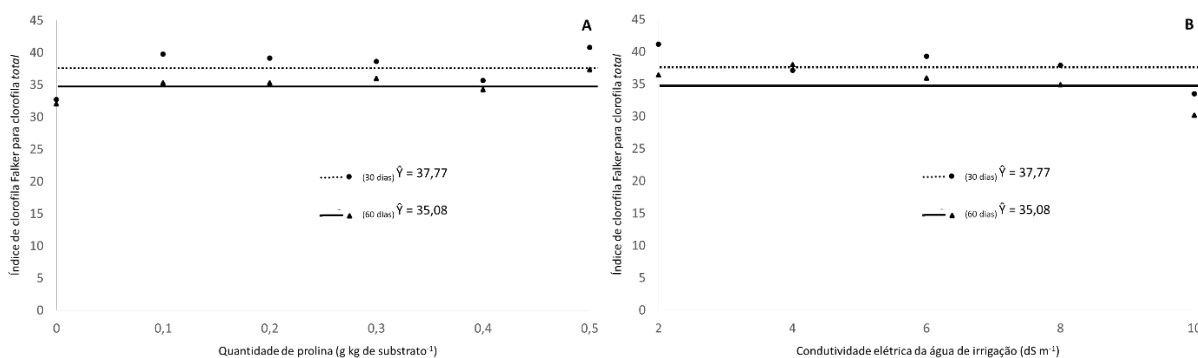


Gráfico 56 - Teor de clorofila total (Índice de clorofila Falker) em folhas de plantas de *Plinia cauliflora* em função da aplicação de prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) (A) e da condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹) (B) aos 30 e 60 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Em relação a evapotranspiração potencial, durante o mês de agosto de 2019 foi verificado pico máximo para o dia 21/08. Para a condutividade elétrica da água de irrigação de 2,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 0,2 g de prolina kg de substrato⁻¹ (Gráfico 57A). Na condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 0,3 e 0,5 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 57B).

Ao submeter as plantas a condutividade elétrica de 6,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram com a utilização de 0,2 e 0,4 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 57C). Em maiores condutividades, ao submeter as plantas a 8,0 dS m⁻¹ as maiores evapotranspirações potenciais foram com 0,1 e 0,3 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 57D). Para 10,0 dS m⁻¹ as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 0,1; 0,3 e 0,5 g kg de substrato⁻¹) (Gráfico 57E).

Em setembro de 2019, numericamente o pico máximo de evapotranspiração potencial das plantas foi obtido no dia 30/09 para 2,0 e 4,0 dS m⁻¹ (Gráficos 58A e 58B, respectivamente). Em 22/09 nas condutividades elétricas de 6,0 e 8,0 dS m⁻¹ (Gráficos 55C e 55D, respectivamente), e em 08/09 para 10,0 dS m⁻¹ (Gráfico 58E).

O padrão gráfico de distribuição numérica dos dados foi muito semelhante em todas as condutividades empregadas. Para a condutividade elétrica de água de irrigação de 2,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram com

a utilização de 0,2 e 0,3 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 58A). Na de 4,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram com 0,5 g kg de substrato⁻¹, principalmente a partir do dia 16/09 (Gráfico 58B). Ao submeter as plantas na condutividade elétrica de 6,0 dS m⁻¹ as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com a utilização de 0,2 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 58C).

Quando observado as condutividades mais elevadas, como com 8,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram com 0,1 g kg de substrato⁻¹ (Gráfico 58D). Para 10,0 dS m⁻¹ houve valores próximos entre os tratamentos, inclusive nos encontrados para plantas que não foram tratadas com prolina (Gráfico 58E).

No último mês de avaliação (outubro de 2019), o pico numérico de máxima evapotranspiração potencial das plantas foi obtido para o dia 30/10, em todas as condutividades elétricas. Quando as plantas foram irrigadas com água de 2,0 dS m⁻¹, curiosamente, a partir do dia 08/10 as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas em plantas que não foram tratadas com prolina e se encontravam sob salinidade, perdurando esse padrão até o último dia de avaliação (Gráfico 59A).

Na condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹, a utilização de 0,5 g kg de substrato⁻¹ fez com que este fosse o único tratamento com capacidade de garantir evapotranspirações potenciais acima do que foi encontrado para plantas não tratadas neste período, principalmente a partir do dia 08/10 (Gráfico 59B). Ao submeter as plantas a condutividades elétrica de 6,0 dS m⁻¹, o único tratamento que ficou abaixo dos valores encontrados para plantas que não receberam prolina foi com a utilização de 0,3 g kg de substrato⁻¹, sendo com 0,4 g kg de substrato⁻¹ encontrado os maiores valores de evapotranspiração potencial (Gráfico 59C).

Com 8,0 dS m⁻¹, as maiores evapotranspirações potenciais foram com uso de 0,1 g kg de substrato⁻¹. O tratamento com 0,5 g kg de substrato⁻¹ foi o único em que os valores ficaram abaixo dos encontrados para plantas que não receberam prolina (Gráfico 59D). Para 10,0 dS m⁻¹, numericamente as maiores evapotranspirações potenciais foram obtidas com 0,5 g kg de substrato⁻¹, a qual a partir do dia 08/10 mostrou-se muito mais elevada do que foi observado nos demais tratamentos (Gráfico 59E).

Gráfico 57 - Evapotranspiração potencial referente ao mês de agosto de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

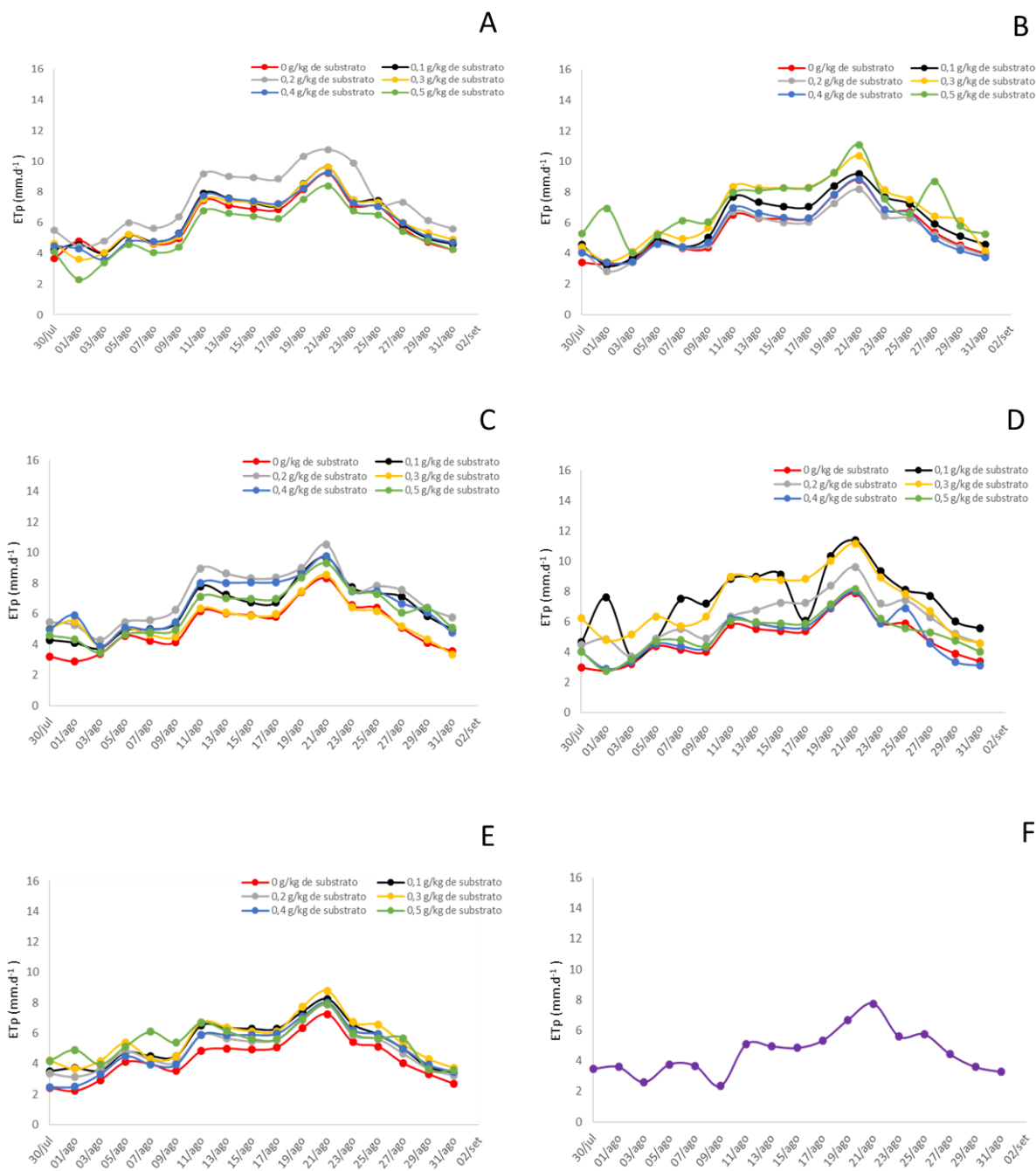


Gráfico 58 - Evapotranspiração potencial referente ao mês de setembro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

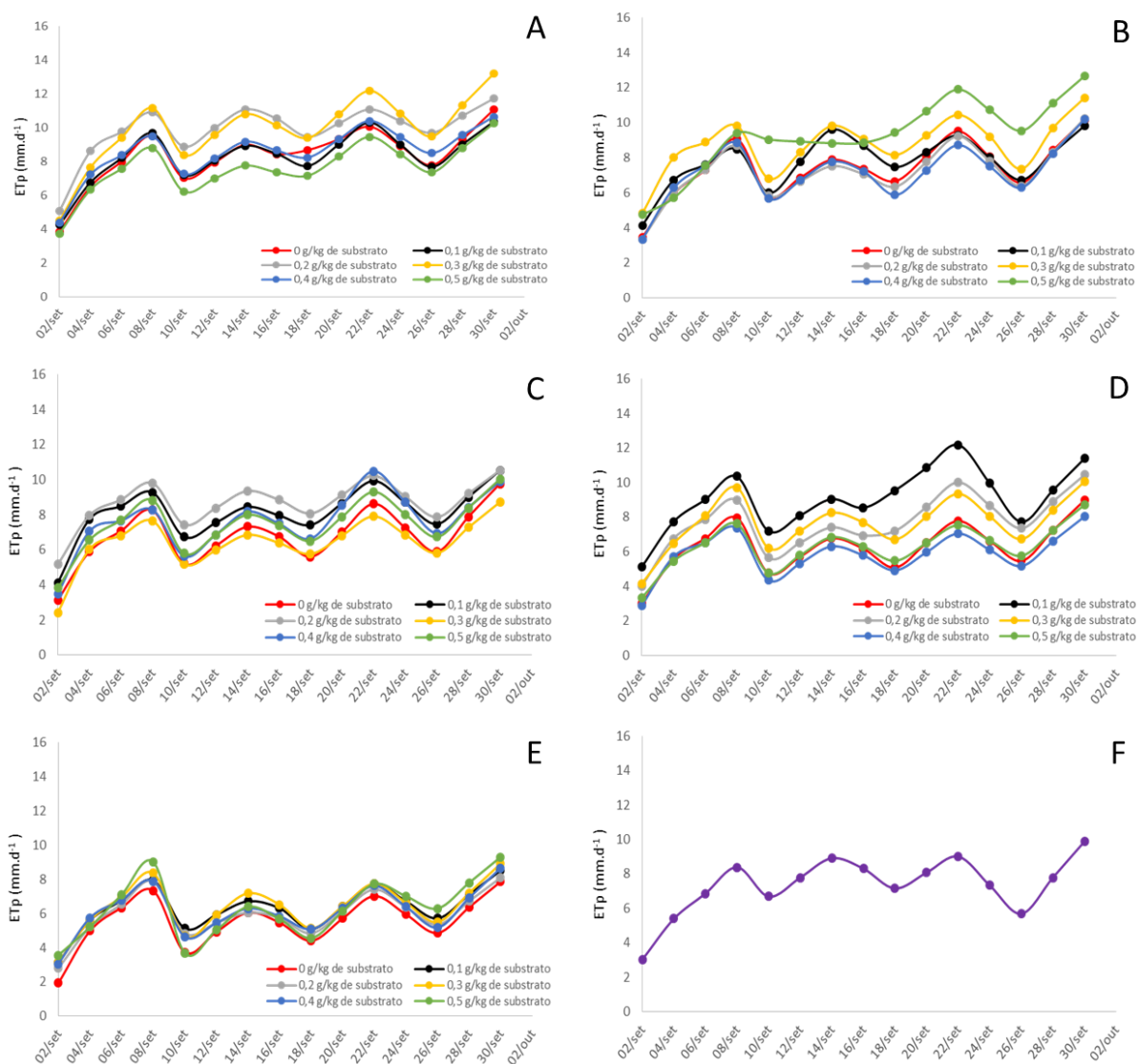
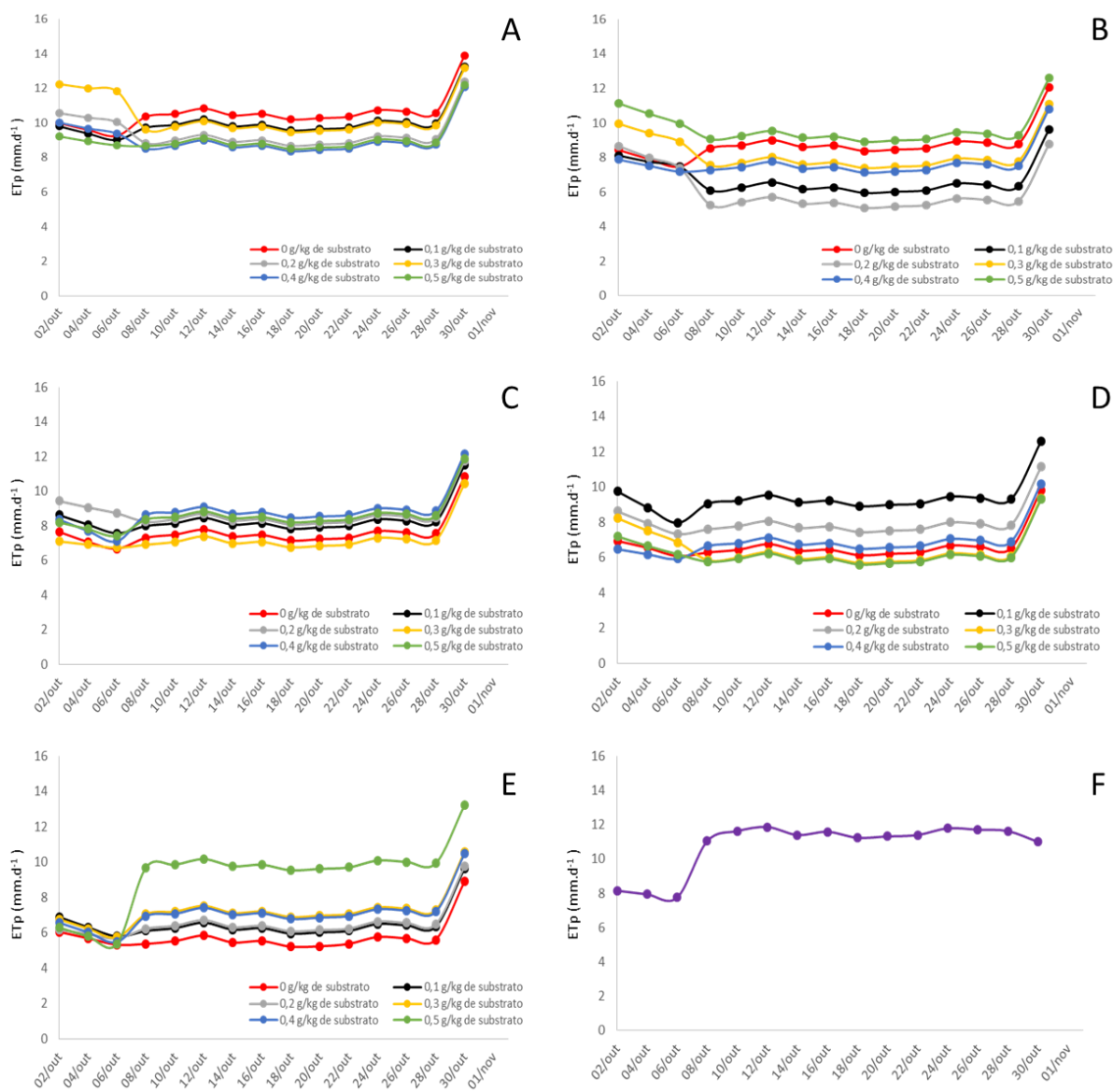


Gráfico 59 - Evapotranspiração potencial referente ao mês de outubro de 2019 em plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de: (A) 2,0 dS m⁻¹; (B) 4,0 dS m⁻¹; (C) 6,0 dS m⁻¹; (D) 8,0 dS m⁻¹; (E) 10,0 dS m⁻¹; (F) Controle água destilada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



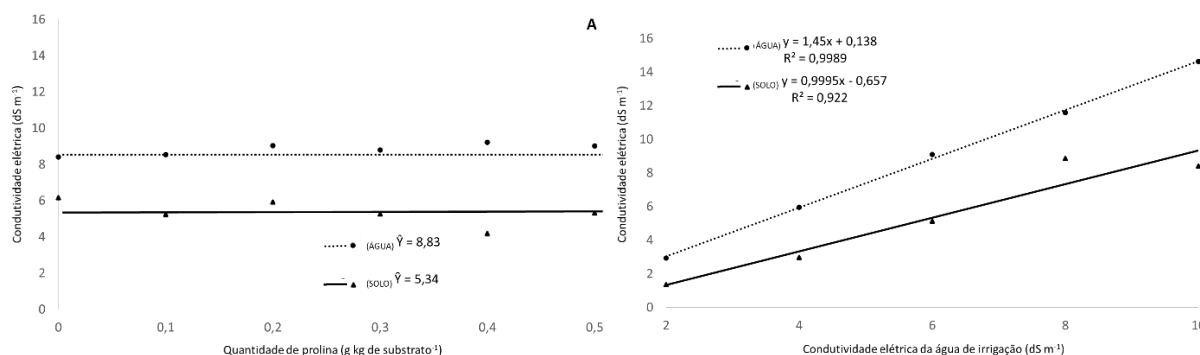
Quanto a condutividade elétrica do solo e da água de lixiviação coletados aos 90 dias, em relação as quantidades de prolina, não foram detectadas diferenças significativas para ambas as matrizes, com valores médios de 8,83 e 5,34 dS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 60A).

Houve aumento da condutividade elétrica do solo e da água de lixiviação proporcional ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, representado por comportamento linear crescente em ambas as matrizes (Gráfico 60B).

A utilização de prolina fez com que houvessem reduções na condutividade do solo quando comparado ao controle salino. No entanto não ocorreram alterações significativas do pH do mesmo.

Em relação aos teores de matéria orgânica, observou-se declínio nas quantidades disponíveis com o aumento da condutividade do solo, sendo que ao atingir $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ foram registrados os menores valores, tanto para solos onde cresceram plantas tratadas com prolina, quanto para aqueles submetidos apenas a salinidade.

Gráfico 60 - Condutividade elétrica do solo (dS m^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 $\text{g kg de substrato}^{-1}$) e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação com condutividades elétricas 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$. 90 dias após o início do estresse. Ajuste de regressão significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

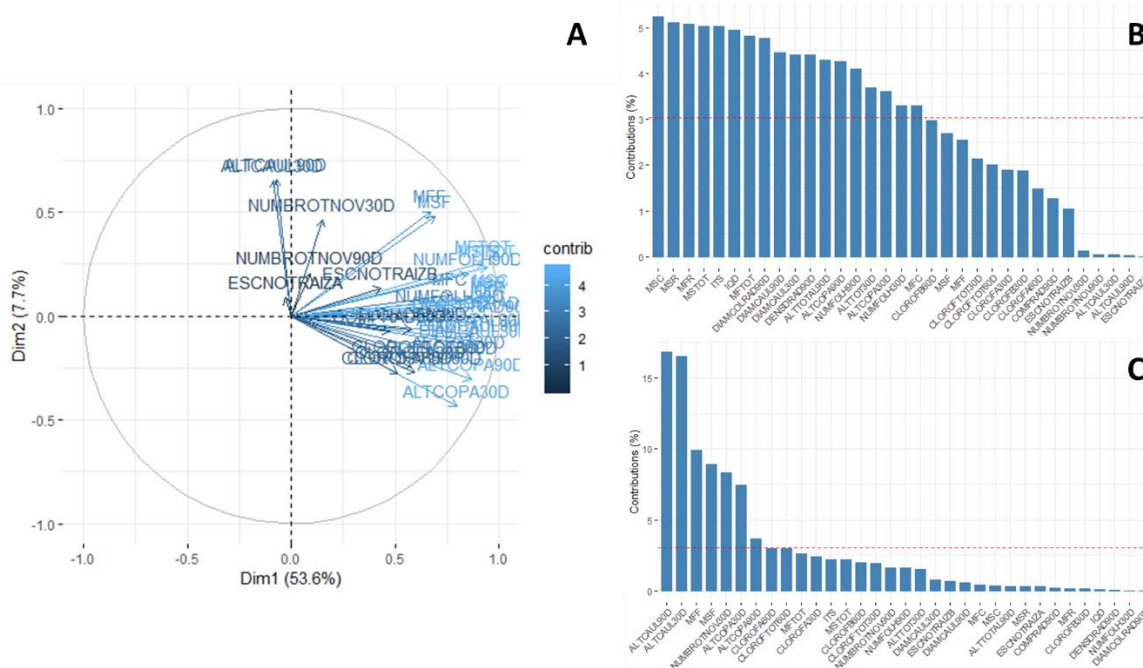


Avaliando a contribuição de cada uma das variáveis analisadas, a partir da análise de componentes principais (ACP), foi possível observar que, quando as plantas foram tratadas com quantidades de prolina e então submetidas ao estresse salino por aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, o primeiro componente principal explicou 53,6% do arranjo formado, e que o segundo foi responsável por explicar 7,7% (Figura 23A), valores muito próximos aos encontrados para as plantas tratadas com terra de diatomácea.

No entanto, diferente do outro tratamento mitigador, a variável que deu a maior contribuição para primeiro componente foi massa da matéria seca do caule, sendo que o índice de tolerância a salinidade (ITS) ficou na quarta posição, junto com

massa da matéria seca total e do caule (Figura 23B). Já para o segundo componente, as maiores contribuições foram dadas por altura do caule aos 30 e 90 dias (Figura 23C).

Figura 23 - Análise dos componentes principais da correlação medida a partir de todas as variáveis avaliadas no desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a estresse salino com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). (A) Contribuição das variáveis. (B) contribuição para o primeiro componente. (C) Contribuição para o segundo componente. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A melhora no comportamento de altura de copa em plantas de *P. cauliflora* que receberam prolina vem de encontro aos efeitos benéficos da utilização de prolina exógena em plantas expostas ao estresse salino, o qual tem sido frequentemente associado a uma mudança ou melhoria nos parâmetros de fotossíntese (HAYAT et al., 2012; MANSOUR e ALI, 2017).

A exemplo disto, Huang et al. (2009) demonstraram que, em condições salinas, a prolina exógena serviu para diminuir a inibição do crescimento e aumentar o teor de água nas folhas de *C. sativus* sensível a salinidade. Em outro ensaio, o suprimento exógeno de prolina foi capaz de aumentar significativamente a altura da planta e número de raízes em *O. sativa* sob estresse salino (TEH et al., 2016). Efeito contrário foi observado para plantas de jabuticabeira-açu, visto que mediante os

resultados foi possível observar que não houve diferenças de crescimento em altura entre plantas que receberam ou não doses de prolina.

Mesmo não havendo diferenças significativas para o comprimento, a melhora da densidade do sistema radicular pode ser atribuída a uma possível indução da biossíntese de hormônios que promoveriam crescimento do sistema radicular, o que poderia aumentar a área de exploração de solo e, conseqüentemente, a absorção de água (COSTA, 2019).

Corroborando com esse resultado encontrado para *P. cauliflora*, Khan et al. (2014) testando os efeitos 30 e 60 mM de prolina aplicados na forma spray foliar em *Helianthus annuus*, observaram aumento na tolerância ao NaCl a 60 e 120 mM. Eles constataram que a prolina exógena atenua os efeitos do estresse no crescimento das plantas, já que brotos e raízes tiveram maior alongamento, proporcionando aumento em suas massas de matéria fresca e seca, com efeito positivo pronunciado na concentração mais baixa de prolina (30 mM).

O fato do estresse salino ter reduzido o aporte de biomassa para caules, folhas e raízes mediante o aumento da condutividade elétrica do meio, e o tratamento com prolina ter possibilitado alívio aos efeitos do estresse, é algo bastante positivo do ponto de vista fisiológico e também já foram observados para outras espécies, como o trigo (KAMHAN et al., 2009; DE-FREITAS et al., 2018; RADY et al., 2019) e milho (ALAM et al., 2016).

Além disso, o composto parece ter sido importante em aumentar a homeostase iônica em plantas de *P. cauliflora* sob condições de estresse salino, já que esta é uma das inúmeras estratégias ativadas em plantas tolerantes a salinidade, prevenindo os efeitos potencialmente tóxicos do acúmulo de íons que potencialmente causariam danos a lipídios, proteínas e nucleicos ácidos (ZHU e GONG, 2014; BARGAZ et al., 2015; RIZWAN et al., 2015).

O trabalho realizado por Abdelhamid et al. (2013) é uma boa forma de exemplificar o papel da prolina na homeostase iônica, onde, ao aplicarem 5 mM de prolina na forma de spray foliar obtiveram uma redução no conteúdo de Na⁺ e aumento da razão entre K⁺/Na⁺ em *P. vulgaris*.

Ben Ahmed et al. (2011) ao trabalharem com *O. europaea* submetida ao estresse salino após receber prolina exógena também observaram uma melhora na tolerância a salinidade por meio da manutenção de um baixo teor de Na⁺, atrelado a

um alto teor de K^+ e baixa razão Na^+/K^+ e Na^+/Ca^{2+} em folhas novas e velhas. Khan et al. (2014) também demonstrou que a presença de prolina exógena aliviou os efeitos negativos de 120 mM de sal, aprimorando o conteúdo de K^+ , e reduzido a concentração de Na^+ em *H. annuus*.

Em outros ensaios, Wu et al. (2017) relataram que 2,5 mM de prolina exógena tem a capacidade de reduzir a razão Na^+/K^+ em *Onobrychis viciifolia* sob 100 mM de NaCl. Já De-Freitas et al. (2018) relataram que a aplicação externa de prolina diminuíram tanto os conteúdos de Na^+ , quanto de Cl^- , aumentando em contrapartida o conteúdo de K^+ e das proporções de K^+/Na^+ em *Z. mays* sob estresse salino, resultados estes, muito semelhantes aos encontrados por De Freitas et al. (2019) para *S. bicolor*.

Sobre o decréscimo da tolerância ao estresse salino mediante aumento da condutividade elétrica da água de irrigação vale salientar que a presença de altas concentrações de sais no meio causa um desequilíbrio entre as proporções de íons, fazendo com que ocorra um aumento os teores de Na^+ e Cl^- e redução de K^+ e Ca^{2+} nos tecidos, o que leva a um desajuste de nutrientes minerais e reduz a tolerância das plantas a salinidade (ZHU e GONG, 2014).

Por terem apresentado comportamentos iguais aos encontrados pra plantas que não receberam tratamento com prolina pode-se inferir que as quantidades de aminoácido empregadas talvez não tenham sido suficientes para melhorar a qualidade das mudas e assim serem empregadas como uma alternativa de suporte ou alívio do estresse, isto por que o índice de qualidade de Dickson (IQD) elevado é importante, pois, uma muda com bom desenvolvimento torna-se um insumo chave na implantação do pomar. (PASQUAL et al., 2001; CHALFUN e PIO, 2002).

Os resultados aqui descritos para *Plinia cauliflora* para os teores de clorofila a, b e total estão de acordo com outros trabalhos que se utilizaram da aplicação exógena de prolina para aliviar os efeitos do estresse, como para o melão, onde o tratamento exógeno com 200 μ M além de aumentar a taxa de fotossíntese líquida, o rendimento quântico máximo da fotoquímica do fotossistema II, o conteúdo de massa fresca e seca das plantas, fez com que os teores de clorofilas também se mantivessem inalterados (YAN et al., 2011).

Nawaz et al. (2010) relataram efeito positivo da aplicação de prolina exógena nos conteúdos de clorofila a e total em *S. bicolor*, porém, por outro lado, não

foram constatadas diferenças significativas no conteúdo de clorofila b abaixo de 50 e 100 mM de NaCl.

O estresse salino, assim como outros tipos de impactos bióticos e abióticos, é responsável pelo fechamento estomático e redução da síntese de clorofila (HAYAT et al., 2012). Além disso, ativa e acelera as atividades de clorofilases (JAMIL et al., 2007), prejudicando a estrutura dos cloroplastos e desestabilizando os complexos de proteína de pigmento (SINGH e DUBEY, 1995). Ao atuarem em conjunto, esses efeitos acabam culminando em expressiva redução no processo fotossintético da planta, e como resultado direto, inibem o adequado crescimento das plantas (FARISSI et al., 2018).

Assim, os efeitos benéficos da utilização de prolina exógena sob o crescimento de plantas expostas ao estresse salino tem sido frequentemente associado a mudança ou melhoria nos parâmetros de fotossíntese decorrente da minimização do processo de degradação das clorofilas (HAYAT et al., 2012; MANSOUR e ALI, 2017), o que não foi observado para *P. cauliflora*, a qual apresentou quantidades de clorofila a, b e total significativamente iguais quando as plantas foram tratadas com prolina.

A evapotranspiração possivelmente foi beneficiada pela melhoria ou estabilidade dos parâmetros de crescimento e fotossintéticos, por intermédio da alívio da pressão exercida pelo estresse salino, isto porque, o comportamento para *P. cauliflora* foi bastante semelhante ao encontrado na literatura, visto que na condutividade de 4,0 dS m⁻¹ (a qual mais se aproxima da condutividade de 3,26 dS m⁻¹), a maior quantidade de prolina (0,5 g kg⁻¹) foi o tratamento que possibilitou a maior evapotranspiração durante os meses de agosto, setembro e outubro. Esta mesma quantidade também foi responsável pelas maiores evapotranspirações na maior condutividade elétrica durante todo o período de avaliação.

Aspectos como estes foram relatados por Silva et al. (2020) ao avaliarem a transpiração em plantas de milho verde que receberam prolina e encontravam-se em estresse salino observaram que o solo com menor condutividade (0,86 dS m⁻¹) quando em consonância com as concentrações de 0, 2,5, 5,0 e 10 mmolL⁻¹ favoreceram as maiores taxas de transpirações.

Portanto, fica claro, através dos resultados obtidos, que a prolina atua de forma benéfica em plantas sob estresse salino, mantendo constante o comportamento das plantas, entre a menor e maior quantidade empregada. Também foi possível verificar que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação ocasiona efeitos negativos no desenvolvimento dos indivíduos, seja por efeito osmótico ou de toxicidade por acúmulo de íons nos tecidos, retardando o mesmo, principalmente em aspectos voltados para o diâmetro do caule e colo, número de brotações e folhas, densidade do sistema radicular, massa da matéria fresca e seca dos caules, folhas, raízes e total, além de reduzir a tolerância das plantas a salinidade e interferir na qualidade das mudas.

4.2.3 Diagnose Visual do Estado Nutricional e Análise dos Teores de Macro e Micronutrientes em Folhas de Jabuticabeira Tratadas com Terra Diatomácea ou Prolina e Submetidas a Níveis de Estresse Salino.

4.2.3.1 Diagnose visual

Os elevados níveis de salinidade provocam menor crescimento das plantas devido à redução na absorção de alguns dos principais nutrientes, como cálcio, potássio, fósforo (FERNANDES et al., 2002), nitrogênio, magnésio e enxofre (FARIAS et al. 2009)

Através da diagnose visual das folhas de plantas ao longo de todo o ensaio, a partir do início da aplicação dos tratamentos, foi possível observar danos consideráveis em sua estrutura foliar, cujo aumento gradual dos níveis de salinidade da água de irrigação foram responsáveis por redução na área foliar, além de sintomas visuais que foram agravados nas maiores condutividades.

Em todos os casos, plantas que não foram tratadas com terra diatomácea e prolina mas que receberam níveis crescentes de salinidade apresentaram sinais de clorose, bem como necrose dos tecidos, o qual foi caracterizado pelo aparecimento de pontuações ou morte do ápice do limbo foliar (Figuras 24 e 25), principalmente a partir da condutividade de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Quando as plantas foram tratadas com terra diatomácea ou prolina, os efeitos da salinidade foram reduzidos, com expressivo aumento na área foliar, se comparado ao controle salino, sendo os efeitos deletérios como a necrose tecidual do limbo diagnosticados com maior intensidade nas condutividades de $8,0 \text{ dS.m}^{-1}$ e $10,0 \text{ dS.m}^{-1}$ para ambos os tratamentos, em todas as concentrações. (Figuras 24 e 25).

A redução da área foliar em maiores salinidades pode ser resultado do acúmulo de sais no solo ao longo do ciclo de cultivo, o qual pode ter contribuído para a redução do potencial osmótico e conseqüentemente hídrico do solo, promovendo redução na absorção da água e de nutrientes pelas plantas (SOUSA et al., 2011), afetado pelo processo de difusão.

Figura 24 - Aspecto visual das folhas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com diferentes condutividades elétricas. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Figura 25 - Aspecto visual das folhas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação com diferentes condutividades elétricas. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Em uma análise global, a exposição de plantas tratadas ou não, apresentaram visualmente sintomas de deficiência nutricional de macro e micronutrientes bastante pronunciados em diversas plantas com a salinidade (Figura 26).

Figura 26 - Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com diferentes quantidades de terra diatomácea ou prolina e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação sob níveis de condutividades elétricas (ds m^{-1}). (A) nitrogênio; (B) fósforo; (C) potássio; (D) cálcio; (E) magnésio; (F) ferro; (G) manganês; (H) boro; (I) enxofre; (J) zinco; (K) parte aérea exibindo sintomas generalizados de deficiência nutricional. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Os sintomas mais expressivos foram detectados principalmente nos maiores níveis de salinidade, com o aparecimento da deficiência de nitrogênio em diferentes proporções (Figura 26 A), a qual foi caracterizado por baixa taxa de crescimento das plantas, as quais passaram a exibir folhas de tamanho reduzido, cloróticas, com regiões de necrose e em estágio mais avançado da deficiência houve morte prematura e abscisão das folhas mais velhas conforme descrito por Mengel e Kirby (1987).

Outro sintoma característico de deficiência ocasionado pela salinidade foi o aparecimento de coloração vermelho arroxeada na região das nervuras das folhas mais novas e nas bordas do limbo das folhas velhas, as quais em estádios mais avançados de desenvolvimento passaram apresentar áreas roxo-amarronzadas que evoluíram para necroses e abscisão foliar (Figura 26 B), sendo estes indicativos da deficiência de fósforo (EMBRAPA, 2006, BASTOS et al., 2013).

Esta coloração característica deve-se ao acúmulo do pigmento antocianina (EMBRAPA, 2006, BASTOS et al., 2013).

Sintomas de deficiência de potássio também foram diagnosticados, em diferentes níveis, para as plantas submetidas as condutividades mais altas da água de irrigação, caracterizados pela redução da taxa de crescimento e, posteriormente, clorose e necrose das folhas, a qual foi iniciada nas margens e nas extremidades de folhas velhas, acompanhadas de decréscimo no turgor e flacidez, conforme descrito por Mengel e Kirby (1987) (Figura 26 C).

Epstein e Bloom (2006) descreveram que o decréscimo nos níveis de potássio ocasionam deformação do xilema e floema, o que prejudica a redistribuição de água e fotoassimilados na planta. Além disso, estes mesmos autores relataram o colapso nos cloroplastos e mitocôndrias e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como as aminas putrescinas e agmatina, sendo esta última, provavelmente, responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes.

A deficiência de cálcio decorrente do estresse salino também foi diagnosticada nas plantas em maiores condutividades, as quais passaram a uma reduziram seu crescimento, observado primeiramente na região do crescimento apical e nas folhas mais novas, que se tornaram deformadas e cloróticas. Além disso, foi possível observar em algumas plantas estágios mais avançados de necrose nas margens das folhas, fazendo com que estes tecidos tornassem-se “moles”,

provavelmente devido à dissolução da parede celular (MENGEL e KIRKBY; 1987) (Figura 26 D).

Sintomas de deficiência de magnésio também foram observados durante os ensaios (Figura 26 E). Este é caracterizado por descoloração das margens dos folíolos mais velhos, que progride em direção à área internerval, com as nervuras permanecendo verdes. Quando a deficiência é mais severa, as áreas amarelas tornam-se escuras e posteriormente necrosadas (EMBRAPA, 2006).

Acompanhado dos sintomas de deficiência de fósforo, o aparecimento de sintomas de deficiência de ferro foram bastante evidentes, principalmente nas plantas em condutividades 6,0; 8,0 e 10 dS m⁻¹, independente do tratamento ou não das plantas (Figura 26 F). Caracteristicamente, o déficit de ferro faz com que, primeiramente as folhas fiquem cloróticas e suas nervuras permaneçam verdes, avançando para clorose total em estágios mais avançados (EPSTEIN e BLOOM; 2005).

Outro sintoma decorrente da salinidade foi a deficiência de manganês, cujas folhas apresentaram clorose entre nervuras, produzindo desenho verde em um fundo amarelo ou verde-claro, muito semelhante à deficiência de Fe (Figura 26 G). Este tipo de déficit pode ocorrer tanto em folhas jovens como em intermediárias, compreendendo ampla variedade de formas cloróticas e manchas necróticas devido à baixa mobilidade desse elemento (FERNANDES, 2006). Epstein e Bloom (2005) relataram que os sintomas de deficiência de Mn variam grandemente de uma espécie para outra podendo ainda ocorrer manchas ou necroses nas folhas.

Plantas com folhas apresentando escurecimento do tecido do limbo, até a coloração palha e marrom também foram diagnosticadas nas condutividades de 8 e 10dS m⁻¹ (Figura 26 H). Esta característica possivelmente denotaria a deficiência de boro (B), devido ao acúmulo de fenóis e aumento da atividade da enzima polifenoloxidase (PFO), a qual oxida tais compostos, levando à produção de quinonas altamente tóxicas que por sua vez seriam responsáveis pela produção de compostos tóxicos a base de O₂, muito mais deletérios que os próprios fenóis. Assim, a coloração marrom seria decorrente da polimerização das quinonas nos tecidos com deficiência de B (MALAVOLTA, 2006).

Sintomas da deficiência de enxofre (S) também mostraram-se presentes em decorrência da salinidade (Figura 26 I). Epstein e Bloom (2005) descreveram que os sintomas de deficiência de S geralmente lembram muito os de deficiência de N,

com plantas cloróticas e espigadas, de crescimento reduzido. Py et al. (1987) relataram que estas plantas podem apresentar folhas brilhantes e de coloração verde limão, as quais são mais largas do que o normal. Além disso, tanto as folhas novas como mais velhas apresentariam coloração amarelada, o que foi característico nas plantas dos ensaios com maiores condutividades.

Esta coloração amarelada, poderia estar relacionada aos teores reduzidos de clorofila e de proteína, além do aumento dos compostos solúveis de N presentes nas folhas, decorrentes da redução de síntese de proteínas (MARSCHNER, 1995).

Em alguns casos foi possível observar-se sintomas de deficiência de zinco (Zn) (Figura 26 J), onde houve redução no crescimento internodal, formando rosetas nas folhas do ápice dos ramos, redução no crescimento das folhas decorrente da perda da capacidade da planta para produzir suficientemente auxina (fitohormônio) (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Não foram detectadas visualmente deficiências de cobre (Cu), as quais seriam caracterizadas por folhas com tom azul-esverdeado escuro, com margens enroladas para cima (EPSTEIN e BLOOM; 2005).

4.2.3.2 Proteína bruta

Os teores médios de proteína bruta para o controle água foram de 77 g Kg⁻¹ (Gráfico 61 e 62). Ao aplicar nas plantas apenas água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se declínio gradual nestes teores, atingindo valores de 69,3; 65,45; 57,75; 53,90 e 46,2 g kg⁻¹ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente.

Este comportamento está de acordo com a literatura, a qual afirma que os teores de proteínas são reduzidos pela salinidade, sendo esse efeito agravado pela prolongada duração de exposição ao NaCl.

Quando da aplicação dos tratamentos observou-se que estes valores foram aumentados com o uso, tanto da terra de diatomácea (Gráfico 61), quanto da prolina (Gráfico 62).

Ao avaliar-se o nível mais extremo de estresse, a condutividade elétrica de 10 dS m⁻¹, numericamente os maiores teores de proteína bruta foram encontrados com utilização de 2,0 e 4,0 g de terra de diatomácea, com valores de 105 e 103,25 g

kg⁻¹, respectivamente. Com a prolina, os maiores resultados para esta condutividade foram alcançados com a utilização de 0,3 e 0,4 g kg⁻¹, com valores respectivos de 100,5 e 98,88 g de proteína bruta por kg de tecido vegetal.

A elevação dos teores de proteína bruta nestas condições não garantiram melhoria da arquitetura estrutural da planta, pois ao retorna-se as seções 4.2.1 e 4.2.2, onde pode-se observar que as plantas apresentaram tamanho menor em relação ao controle na mesma condutividade.

Quanto ao comportamento de cada quantidade de terra de diatomácea e prolina utilizadas, frente ao aumento crescente das condutividades, os padrões de resposta foram variados, não exibindo modelo específico, tendo alguns casos ocorrido declínio nos teores de proteínas por duas ou mais condutividades consecutivas, voltado a aumentarem a partir daí ou, em alguns, tendo queda abrupta e aumentando até os valores de condutividade finais.

Este comportamento oscilatório pode estar relacionado aos fatores genéticos do material de origem, ativação ou desligamento de rotas de síntese de proteínas, bem como o aumento nos níveis de prolina em resposta ao estresse.

Gráfico 61 - Teores médios de proteína bruta (g kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m⁻¹). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

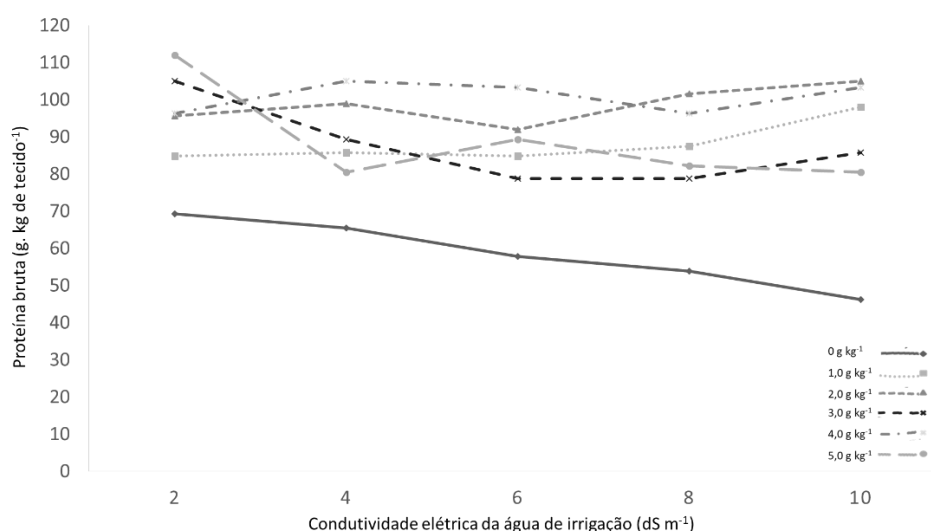
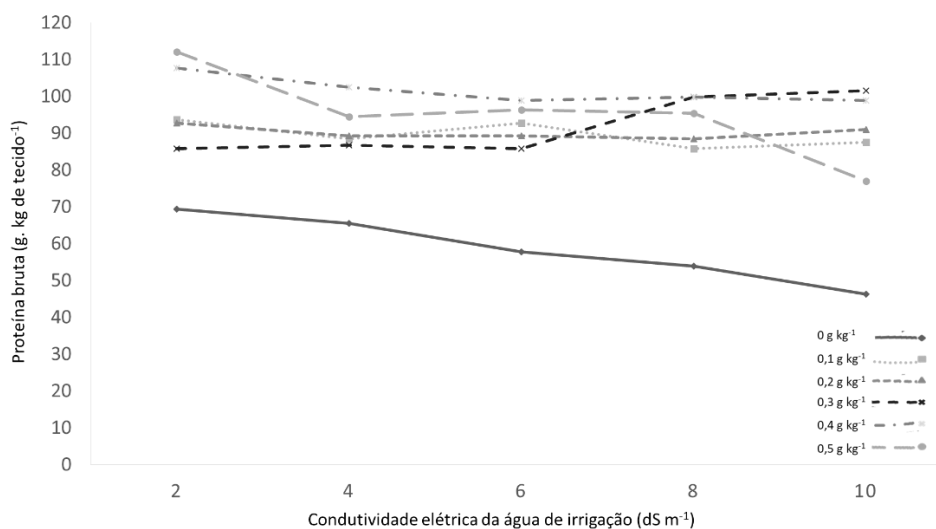


Gráfico 62 - Teores médios de proteína bruta (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



No entanto, vale salientar que de uma forma geral, tanto terra de diatomáceas, quanto de prolina mostraram-se eficientes em elevar os níveis de proteínas nos tecidos foliares, mediante o estresse, indicando que ambos seriam responsivos, pelo menos até os 60 dias, quando aplicados via solo, visto que a partir deste momento as plantas passaram a exibir sinais visíveis do estresse, culminando inclusive na abscisão foliar e morte de alguns indivíduos em concentrações mais elevadas de salinidade.

Este aumento nos teores iniciais de aminoácidos no tecido geralmente estão relacionados com a resposta da planta ao estresse osmótico (PARIDA e DAS, 2005), a qual direciona este processo como forma de reduzir o Ψ_w na planta para garantir a absorção de água (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Assim a elevação dos teores de proteínas aqui descritos nas plantas que não foram tratadas com silício ou prolina parece ser característica favorável já que ao acumularem água em seus tecidos com incremento da salinidade, as plantas garantiriam a redução no potencial osmótico e aumento no potencial de turgescência da célula, facilitando a absorção de água e manutenção do crescimento celular (GHEIY *et al.*, 2010).

Além disso, estes aumentos na síntese e o acúmulo de aminoácidos é resposta frequente, verificada em plantas submetidas a baixos valores de Ψ_s no meio externo (WILLADINO e CAMARA, 2010).

Por outro lado, parece que este efeito benéfico dos tratamentos foi suficiente apenas em aumentar por mais algum tempo a sobrevivência das plantas, não sendo suficiente a longo prazo, visto que já aos 70 dias, as plantas submetidas as maiores condutividades passaram a perder suas folhas, reduzindo seu crescimento, demonstrando sobrecarregamento dos sistemas biológicos pelo acúmulo gradual de sais no solo e tecidos vegetais.

4.2.3.3 Teores médios de macro e micronutrientes

4.2.3.3.1 Nitrogênio

Os teores médios de nitrogênio para o controle água foram de 12,32 g kg⁻¹. Assim como para o teor de proteínas, ao aplicar apenas água de irrigação nas diferentes condutividades, sem a utilização de tratamento prévio, observou-se declínio gradual nos teores de N, os quais foram reduzidos para 11,08; 10,47; 9,24; 8,62 e 7,39 g kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (Gráficos 63 e 64).

Esta redução acabou gerando reflexo direto nos teores de proteínas, os quais também exibiram o mesmo comportamento, isto por que, o N além de atuar na planta na forma de NO₃, sendo armazenado no vacúolo e equilibrando as cargas e a absorção de cátions e ânions; este atua como elemento estrutural, fazendo parte do esqueleto de proteínas e outros compostos orgânicos constituintes da estrutura da célula, além de atuar como elemento regulatório, na forma orgânica, de reações de síntese e na manutenção da capacidade fotossintética (FURLANI, 2004; OLIVEIRA et al., 2014).

Mediante isto, a necessidade de garantir valores ótimos seria de extrema importância para a manutenção e desenvolvimento da planta e de suas funções, o que foi obtido com sucesso utilizando tanto terra diatomácea (Gráfico 63), quanto prolina (Gráfico 64), como tratamentos mitigadores, já que independente das quantidades utilizadas, para todas as condutividades os valores médios de nitrogênio ficaram superiores a 13 g kg⁻¹, visto que, com base em ensaios realizados com a goiabeira (NATALE et al., 1996), outra Myrtaceae, este seria o limite mínimo a ser considerado como suficiente para o bom desenvolvimento da cultura.

Gráfico 63 - Teores médios de nitrogênio (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

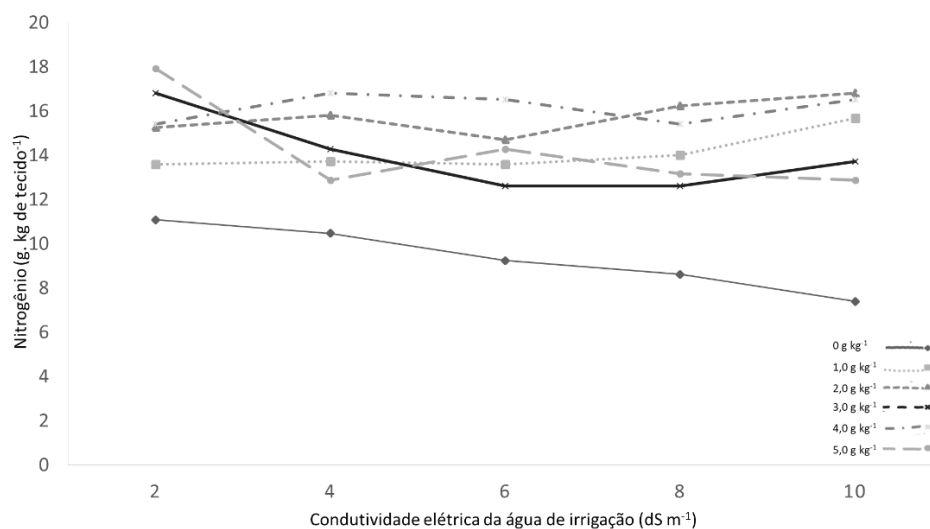
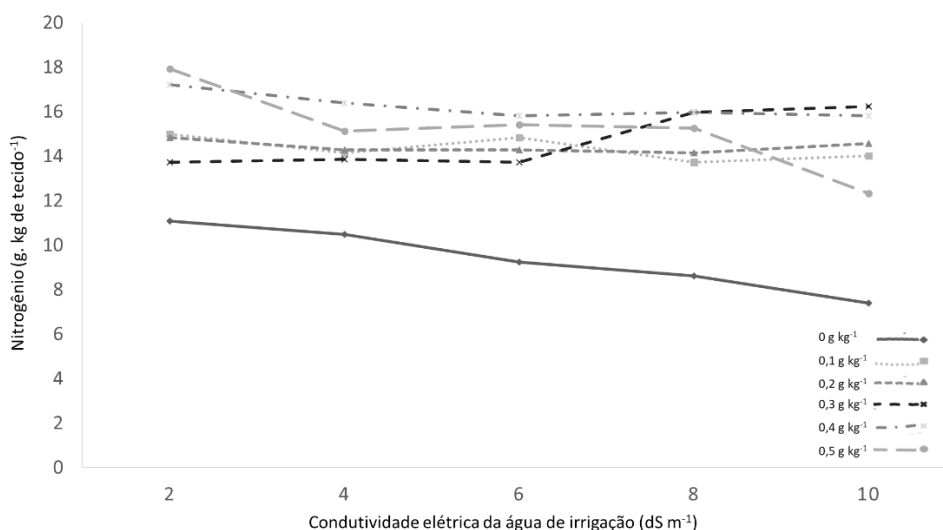


Gráfico 64 - Teores médios de nitrogênio (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Os valores aqui descritos para as plantas tratadas, com maior nível de salinidade (10 dS m^{-1}), tanto para terra diatomácea (15,68; 16,8; 13,72; 16,52; e 12,88 g kg^{-1} nas quantidades de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra diatomácea kg^{-1} , respectivamente) quanto para prolina (14; 14,56; 16,24; 15,82 e 15,32 g kg^{-1} com 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 g de prolina kg^{-1} , respectivamente), seriam inclusive superiores aos encontrados para *Plinia cauliflora* (706 mg planta) e *Plinia jaboticaba* (611 mg planta),

aos 450 dias, sem indução de qualquer tipo de estresse no estudo, conforme observado no estudo de De-Souza et al. (2018).

Pode-se dizer que isso mostra-se como um ótimo indicativo da eficiência e manutenção das plantas, a curto prazo, empregando os tratamentos testados, isto por que o nitrogênio seria um dos nutrientes mais requeridos na fase inicial das mudas, já que contribuí para síntese de proteínas (FRANCO et al., 2007),

Assim, manter seus níveis elevados nesta fase e em outras posteriores garantiria o bom desenvolvimento estrutural das plantas, uma vez que o nitrogênio desempenharia função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros, os quais ao serem acumulados elevariam a capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, e aumenta a resistência das culturas ao estresse hídrico e salino (LACERDA et al., 2003; SILVA et al., 2008).

Isto foi observado a partir das análises morfo-métricas das plantas, onde os tratamentos com terra de diatomácea e prolina garantiram o bom desenvolvimento e sobrevivência das plantas, sem grandes perturbações, nas condutividades de 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹.

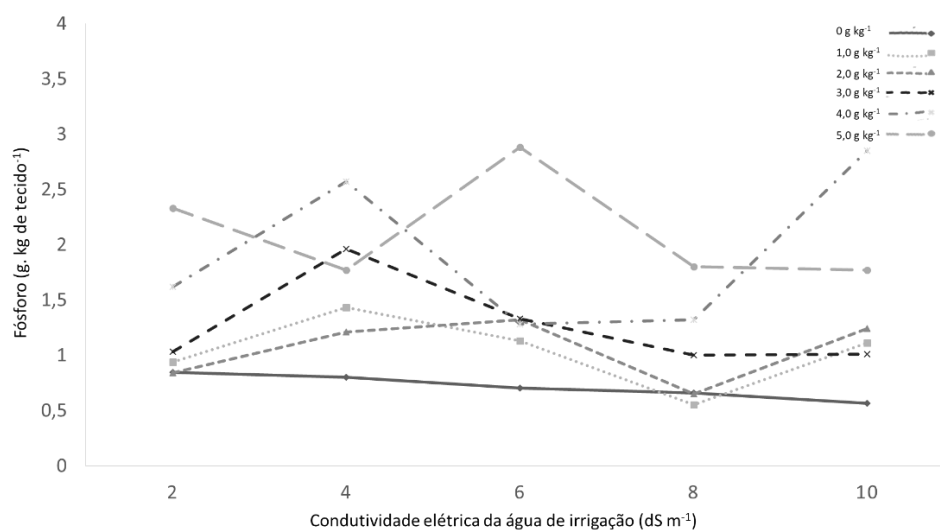
4.2.3.3.2 Fósforo

Quando da utilização apenas água de irrigação nas condutividades nas plantas, assim como para proteína e nitrogênio, também foram observados declínios graduais nos teores de fósforo em folhas de plantas com 60 dias após o início do estresse, atingindo valores de 0,84; 0,79; 0,70; 0,65 e 0,56 g kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente. Tais valores mostraram-se inferiores ao teor médio encontrado para o controle água destilada (0,94 g kg⁻¹) (Gráficos 65 e 66).

Quando as plantas foram tratadas com quantidades de terra diatomácea, os comportamentos foram bastante diversificados, sendo que, numericamente os maiores resultados foram obtidos quando da utilização de 4,0 e 5,0 g por kg de substrato, os quais apresentaram teores de 1,62; 2,57; 1,28; 1,32 e 2,85 g kg⁻¹ para a primeira e, 2,33; 1,77; 2,88; 1,80 e 1,77 g kg⁻¹, nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 65).

Estes resultados estão de acordo com os citados por Kopinga e Van den Burg (1995) para plantas na ausência de estresse, os quais afirmaram que os teores de P são considerados muito baixos quando menores que $1,0 \text{ g kg}^{-1}$, baixos quando entre 1 e $1,4 \text{ g kg}^{-1}$, normais quando entre $1,4$ e $1,9 \text{ g kg}^{-1}$ e altos quando acima de $1,9 \text{ g kg}^{-1}$, ficando os aqui observados entre baixos e altos, segundo esta classificação.

Gráfico 65 - Teores médios de fósforo (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS.m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



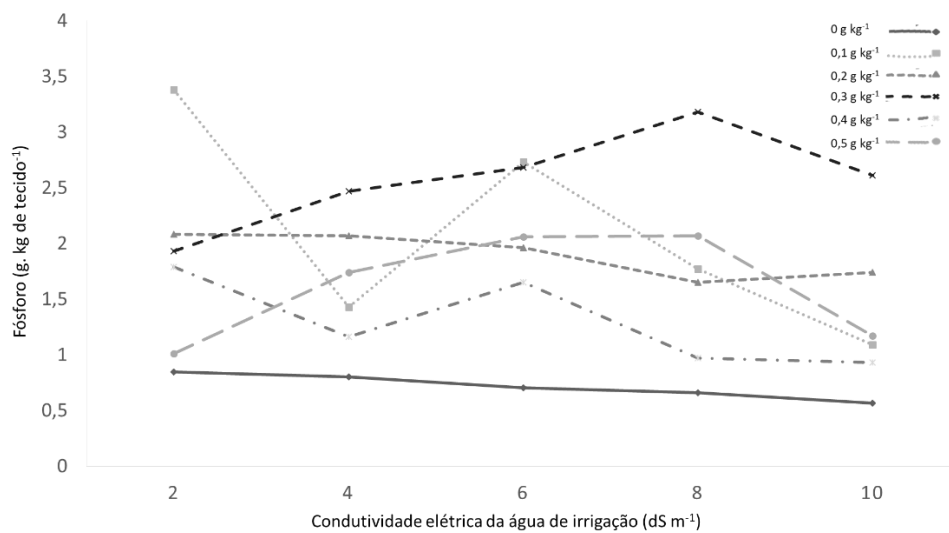
Para prolina o comportamento dos teores de fósforo mostraram-se relativamente diferentes, tendo nas maiores quantidades os menores teores deste nutriente, com melhor resposta obtida na quantidade intermediária de $0,3 \text{ g kg}^{-1}$, a qual apresentou teores de 1,93; 2,47; 2,68; 3,18 e 2,61 g kg^{-1} de tecido $^{-1}$, nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1} , respectivamente (Gráfico 66).

Segundo a classificação de Kopinga e Van den Burg (1995), estes valores seriam considerados altos, mas mostram-se inferiores aos encontrados para *Plinia cauliflora* ($81 \text{ mg planta}^{-1}$) e *Plinia jaboticaba* ($62 \text{ mg planta}^{-1}$), aos 450 dias, sem indução de qualquer tipo de estresse (DE-SOUZA et al., 2018).

Vale salientar que o fosfato desempenha várias funções na célula vegetal, atuando como elemento estrutural dos ácidos nucléicos (RNA, DNA); elemento transferidor de energia nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato com os açúcares, com o gliceraldeído e com as coenzimas AMP, ADP, ATP, UTP e GTP; além de atuar como elemento regulador, o qual ao ser armazenado no vacúolo na

forma de Pi iônico, sendo liberado no citoplasma e atua em diversas vias sintéticas (FURLANI, 2004). Assim, garantir níveis ótimos deste macronutriente são de extrema importância.

Gráfico 66 - Teores médios de fósforo (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



4.2.3.3.3 Potássio

Para o controle água destilada o teor médio de potássio foi de $17,37 \text{ g kg}^{-1}$, o qual mostrou-se superior aos encontrados nas plantas que receberam apenas água de irrigação nas condutividades, com teores de $15,63$; $14,76$; $13,02$; $12,15$ e $10,42 \text{ g kg}^{-1}$ nas condutividades de $2,0$; $4,0$; $6,0$; $8,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente.

Em condições naturais, o estresse salino, ocasionado por níveis crescentes de sais no solo, os quais são acumulados nesta matriz por diferentes ações, ocorre a redução na absorção de solução do solo e comprometimento do status hídrico e nutricional dos vegetais, reduzindo a absorção de nutrientes como o potássio e promovendo decréscimo na concentração de Ca^{+2} trocável, resultando em desequilíbrio prejudicial ao metabolismo vegetal, visto que passam a competir com estes macronutrientes (OLIVEIRA et al., 2018).

Ao utilizar terra diatomácea como fonte de silício, a eficiência em manter os níveis deste macronutriente elevadas não foi detectada quando da utilização de $1,0$ a $4,0 \text{ g}$ de terra diatomácea kg de substrato $^{-1}$ na condutividade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, sendo

que na menor quantidade empregada, o menor valor de potássio ($6,77 \text{ g kg de tecido}^{-1}$) (Gráfico 67).

Este impacto negativo das menores quantidades pode ser observado visualmente, onde as plantas nestes tratamentos e nestas condutividades apresentaram sintomas de deficiência caracterizados pela clorose inicialmente nas folhas mais velhas, seguida de necrose das margens e pontas das folhas (MALAVOLTA, 2006).

Os maiores médias ficaram por conta da quantidade $5,0 \text{ g kg de substrato}^{-1}$, a qual mesmo exibindo leve declínio para condutividade 4 dS m^{-1} , voltaram a se elevar, chegando ao valor máximo de $24,07 \text{ g kg de tecido}^{-1}$, na condutividade $8,0 \text{ dS m}^{-1}$, voltando a aproximar-se dos demais quando da maior condutividade empregada, valor este bem acima do limite considerado suficiente para a goiaba, que é de $13 \text{ a } 16 \text{ g kg de tecido}^{-1}$ (NATALE et al., 1996) (Gráfico 67).

No entanto, quando da utilização de prolina no tratamento das plantas, assim como para o fósforo, os maiores resultados foram obtidos com quantidades intermediárias deste composto, sendo que nas condutividades de $2,0$ e $6,0 \text{ ds m}^{-1}$, com destaque para utilização de $0,1$ ($20,12$ e $23,81 \text{ g/kg}$, respectivamente) e $0,2 \text{ g}$ ($20,22$ e $19,97 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente) de prolina $\text{kg de substrato}^{-1}$ (Gráfico 68).

Porém, a maior média foi obtida com a utilização de $0,3 \text{ g}$ de prolina $\text{kg de substrato}^{-1}$, o qual na condutividade de $8,0 \text{ dS.m}^{-1}$, manteve os níveis de potássio em $28,12 \text{ g kg de tecido vegetal}^{-1}$ (Gráfico 68).

Este padrão semelhante ao do fósforo pelo potássio está ligado ao papel que este exerce nos processos fotossintéticos, estando portanto relacionado ao armazenamento de energia do ATP a qual é fonte de acúmulo de P nas células guardas (MALAVOLTA, 2006).

Gráfico 67 - Teores de médios potássio (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

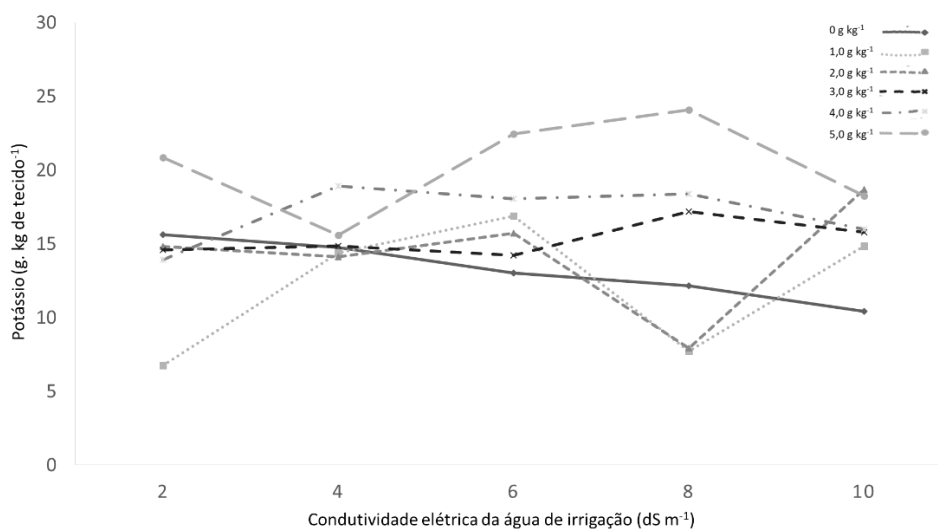
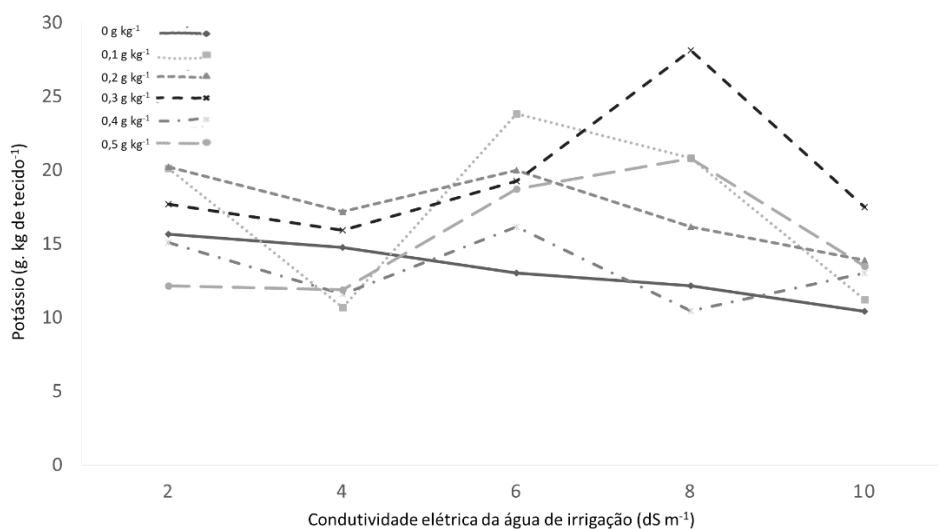


Gráfico 68 - Teores de médios potássio (g kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Destaca-se ainda o fato de que este macronutriente desempenha importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais, sendo o K, o maior agente osmótico catiônico celular (EPSTEIN e BLOOM, 2006), responsável por controlar a abertura e fechamento dos estômatos, além da ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese e na respiração (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Por ser íon livre, envolvido nos ajustamentos osmóticos, através das bombas de sódio e potássio, o aumento de sua concentração na célula aumenta

também sua capacidade de absorver água, e reduz os danos do estresse (MALAVOLTA, 2006). Este fato pode ser observado quando levado em consideração os dados de evapotranspiração das mudas de jaboticabeira, onde indivíduos que foram tratados tiveram maiores taxas de evapotranspiração, quando comparados aos que não receberam e foram submetidos as condições de estresse, indicando um maior conteúdo de água sendo translocado dentro do corpo vegetal, possivelmente decorrente de um melhor funcionamento das bombas mediada pela disponibilização deste íons potássio.

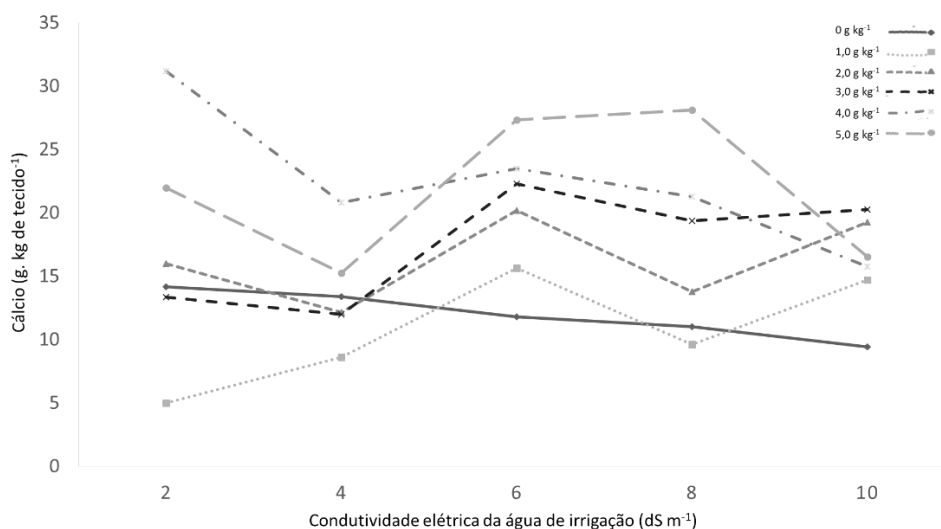
Por isso, a regulação da captação de Na^+ e seu transporte nas plantas estresse salino tem sido amplamente interpretado no contexto de manter elevadas as relações K^+/Na^+ e, portanto, altas concentrações de K^+ citosólico seriam extremamente úteis na tolerância ao Na^+ , isto por que este íon muitas vezes inibe competitivamente a absorção de K^+ , gerando déficit e sintomas de carência, comprometendo diretamente o desenvolvimento das plantas (SHABALA e POTTOSIN, 2014), conforme pode ser observado principalmente em plantas não tratadas.

4.2.3.3.4 Cálcio

Os teores médios de cálcio para o controle água foram de $15,73 \text{ g kg}^{-1}$ (Gráficos 17 e 18). Ao aplicar as plantas apenas água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se declínio gradual nestes teores, atingindo valores de $14,15; 13,37; 11,79; 11,01$ e $9,43 \text{ g kg}^{-1}$ nas condutividades de $2,0; 4,0; 6,0; 8,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Gráficos 69 e 70).

Quando as plantas foram tratadas com terra de diatomácea, estas exibiram comportamentos peculiares quando expostas ao estresse salino, tendo na condutividade de 2 dS m^{-1} , teores diversificados e distantes uns dos outros, obtendo-se os valores de $4,99; 15,99; 13,35; 31,16$ e $21,96 \text{ g kg de tecido}^{-1}$, os quais com o aumento da condutividade convergiram para ponto comum de proximidade na condutividade de $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, com teores de $14,7; 19,26; 20,25; 15,75$ e $16,54 \text{ g kg de tecido}^{-1}$, sendo os maiores valores encontrados para as maiores quantidades, até a condutividade 8 dS m^{-1} (Gráfico 69).

Gráfico 69 - Teores médios de cálcio (g kg^{-1}) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

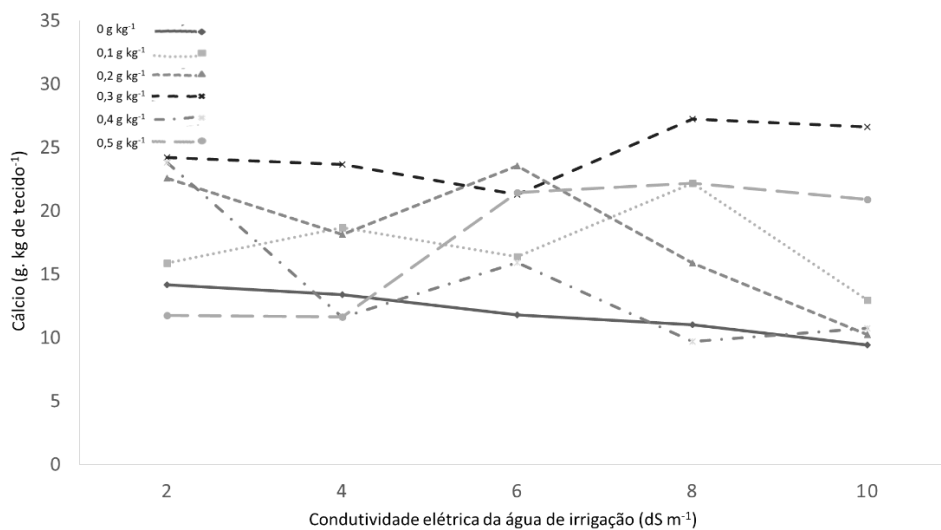


Os teores encontrados nas menores e maiores condutividades foram superiores aos relatados por Epstein e Bloom (2004), que são de $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ para o Ca na massa de matéria seca de plantas. No entanto, os encontrados na maior condutividade estão de acordo com Larcher (2004) o qual apresentou intervalo entre $3,0\text{-}15,0 \text{ g kg}^{-1}$ para Ca nas plantas, considerado como ideal.

Também estão de acordo com os valores de referência para espécies de *Eucalyptus* sp., as quais por pertencerem a família Myrtaceae serviriam melhor como parâmetro de análise, com valores variando entre $3,0$ e $11,0 \text{ g kg}^{-1}$ considerados como adequados (SILVEIRA et al., 2005).

Quando a prolina foi empregada como forma de tratamento o comportamento foi inverso ao com terra de diatomáceas, com teores mais próximos para todas as quantidades do composto na condutividade $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ e mostrando distanciamento na condutividade $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, sendo que a utilização de $0,3$ e $0,5 \text{ g}$ de prolina kg de substrato $^{-1}$ mostraram os maiores valores em níveis extremos de condutividade, atingindo teores de $27,23$ e $22,19 \text{ g kg}^{-1}$ na condutividade de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $26,63$ e $20,83 \text{ g kg}^{-1}$ na condutividade de $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Gráfico 70), valores estes superiores aos relatados Epstein e Bloom (2004), Larcher (2004) e Silveira et al. (2005)

Gráfico 70 - Teores médios de cálcio (g kg^{-1}) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Esta discrepância nos valores e nas representações gráficas podem estar relacionadas a insolubilidade dos compostos de Ca na planta e sua localização na célula, justificando, em partes, sua baixa redistribuição e imobilidade no floema, o que levaria a altas concentrações em folhas mais velhas e a sintomas de deficiência se manifestarem inicialmente nas partes mais novas da planta (MINAMI e HAAG, 1987).

Outro ponto relevante é que, na fase inicial do estresse ocorre há produção de O_2 -e H_2O_2) e aumentos nos níveis de espécies reativas de oxigênio, as quais ao não serem detoxificadas, atuam na abertura de canais de Ca^{2+} e promoveriam aumento momentâneo desse íon no citoplasma (SUZUKI e MITTLER, 2012).

Porém, teores elevados como estes são positivos do ponto de vista do estresse, já que o Ca é essencial para manter a integridade estrutural e funcional das membranas e da parede celular, isto por que, quando há deficiência as membranas permitem o vazamento do conteúdo citoplasmático; a compartimentação celular é comprometida e a ligação do Ca com a pectina da parede celular fica afetada, alterando a formação do pectato de Ca da lamela média que cimenta uma célula a outra, sendo depositado durante a citocinese (MALAVOLTA, 2006).

Além desta função estrutural, o Ca está envolvido em outros processos fisiológicos dentro do corpo vegetal, atuando como elemento regulatório, no equilíbrio

da relação cátions/ânions e na regulação osmótica (FURLANI, 2004), onde, os canais de liberação de Ca^{2+} teriam importante função na sinalização a longa distância por meio da entrada e saída do íon, o que permitiria a propagação de sinais elétricos na membrana plasmática e respostas hormonais, necessárias nos processos que envolvem o Ca^{2+} como mensageiro secundário (STEINHORST; KUDLA, 2014).

Também é utilizado no fuso mitótico durante a divisão celular e atua mensageiro secundário ligando-se à calmodulina, uma proteína encontrada no citosol das células vegetais, formando o complexo calmodulina-cálcio que é responsável pela regulação de vários processos celulares, como o controle de transcrição, sobrevivência celular e liberação de sinais químicos (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Foi evidenciado que o Ca está envolvido na morte celular programada (MCP), sendo este o seu maior sintoma da deficiência, que resulta, provavelmente, na desorganização de funções críticas como permeabilidade seletiva da membrana, alterando a operação dos mecanismos de sinalização em que este íon atua como mensageiro (O'BRIEN e FERGUSON, 1997; HOCHMAL et al., 2015).

O Ca^{2+} é também constituinte do complexo de evolução de oxigênio (CEO), responsável pela foto-oxidação da água e doação de elétrons para o fotossistema II de modo a manter a cadeia transportadora de elétrons (NAJAFPOUR et al., 2012). Assim, danos neste complexo poderiam estar relacionados com deficiência de cálcio (KALAJI et al., 2014).

Em ambientes desfavoráveis, o cálcio auxilia na superação de estresses abióticos e bióticos e no controle da fotossíntese (XU; LI; ZHANG, 2013; ZHOU; SONG; XUE, 2013; HOCHMAL et al., 2015), tendo papel importante na atividade de enzimas antioxidantes e como consequência, reduzindo a peroxidação lipídica, permitindo maior tolerância ao estresse (SIDDIQUI; AL-WHAIBI; BASALAH, 2011; SIDDIQUI et al., 2012; XU et al., 2013).

4.2.3.3.5 Magnésio

Os teores médios de magnésio para o controle água foram de $2,02 \text{ g kg}^{-1}$. Ao se aplicar as plantas apenas água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se declínio gradual nestes teores, atingindo valores de 1,81; 1,71; 1,51; 1,41 e $1,21 \text{ g kg}^{-1}$ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Gráficos 71 e 72).

Quando as plantas foram tratadas com terra de diatomácea, os teores de magnésio ficaram bastante próximos (2,81; 2,80; 2,49; 3,36 e 3,04 g kg⁻¹ para as condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS.m⁻¹, respectivamente) com destaque para a utilização das maiores quantidades de terra de diatomácea e foram se distanciando na maior condutividade.

O comportamento que chamou a atenção ficou por conta da utilização de 1,0 e 2,0 g de terra diatomácea por kg de substrato⁻¹, as quais apresentaram valores muito semelhantes na menor e maior condutividade (2,81 e 2,24 g kg⁻¹ para 1,0 g, e 2,8 e 2,97 para 2,0 g kg⁻¹, respectivamente), intercalando momento de baixa e de aumento nas condutividades 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹ (Gráfico 71).

Ao utilizar-se prolina, maiores resultados foram obtidos para as menores quantidades empregadas, ficando o destaque para 0,3 g de prolina por kg de substrato, a qual apresentou teores médios de 3,98; 3,16; 3,45; 4,77 e 4,08 g kg⁻¹ para as condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 72).

Para terra de diatomácea os teores encontrados com utilização das maiores quantidade do composto, estão de acordo com os valores de referência apresentados por Epstein e Bloom (2004), os quais são de 2,0 g kg⁻¹ e dos apresentados pela SBCS-CQFS (2004) para espécies florestais, além daqueles para goiabeira (NATALE et al., 1996) (2,4 a 4,0 g/kg), com valores variando entre 2,0 e 8,0 g kg⁻¹, assim como os encontrados para quantidades intermediárias de prolina, para todas as condutividades (Gráfico 72).

A importância de valores ótimos de magnésio (Mg) em plantas, principalmente sob as que se encontram em condição de estresse, está relacionado ao fato deste macronutriente atuar como um dos principais ativadores enzimáticos na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA. O Mg é parte importante da estrutura da molécula de clorofila (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Gráfico 71 - Teores médios de magnésio (g kg^{-1}) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

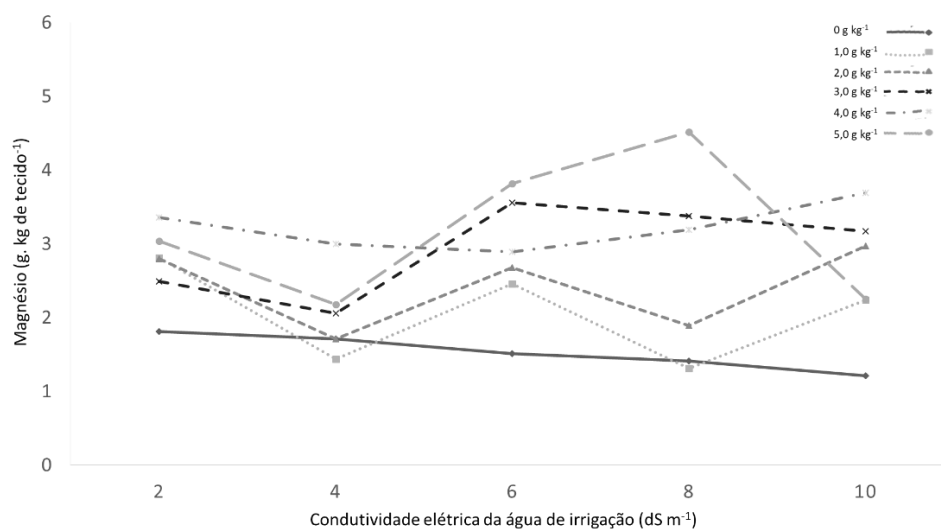
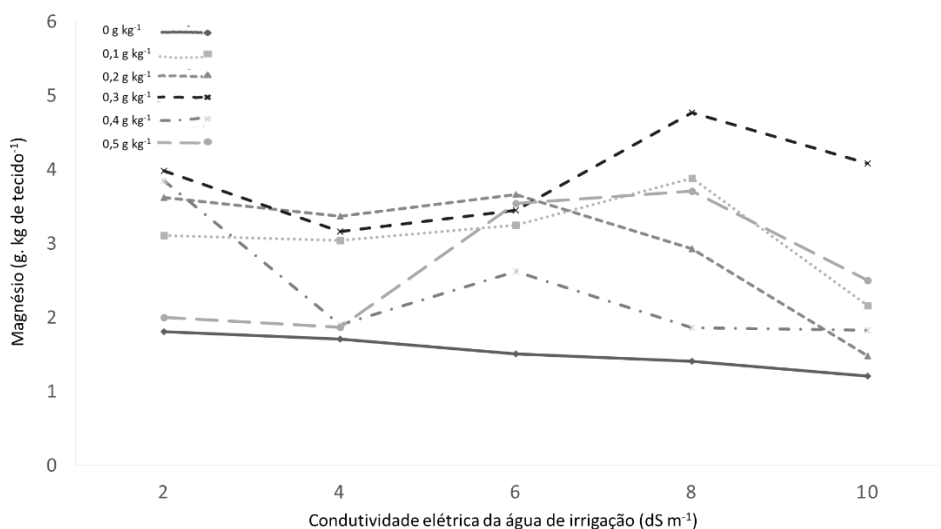


Gráfico 72 - Teores médios de magnésio (g kg^{-1}) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



No caso do Mg como ativador enzimático, vale a pena recordar que quase todas as enzimas fosforilativas (incorporação ou transferência de P_i) dependem da presença do Mg, que forma uma ponte entre o ATP ou o ADP e a molécula da enzima. A transferência de energia desses dois compostos é fundamental nos

processos da fotossíntese, respiração (glicólise e ciclo de Krebs), reações de síntese de compostos orgânicos (carboidratos, lipídios, proteínas) absorção iônica e trabalho mecânico (MALAVOLTA, 1980).

Ao tratar-se especificamente da clorofila, esta possui em torno de 2,7% de Mg, o que representaria cerca de 10% do teor total de Mg nas folhas, isto por que, no processo de biossíntese da clorofila a quelatase de protoporfirina magnésiana IX (quelatase de Mg) introduz o Mg no núcleo tetrapirrólico (PAPENBROCK, 2000), sendo este o centro da molécula de clorofila, a qual é importante na composição dos cloroplastos e na conversão de energia por estes. No entanto, os plastídios como um todo tem teores mais elevados de Mg, além daqueles contidos na clorofila (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Teores elevados de magnésio em maiores condutividades, poderiam estar relacionados à sua mobilidade, visto que o Mg^{2+} é bastante móvel no xilema e no floema, e o transporte e redistribuição se dão na forma iônica (FURLANI, 2004).

Além disso, quando altas concentrações de Ca e de K são encontradas, pode ocorrer inibição competitividade da absorção, causando, às vezes, deficiência deste nutriente nos tecidos, pois tanto o Mg como Ca e o K, se movem para parte aérea na corrente transpiratória (MALAVOLTA et al., 1997), o que pode ser constatado observando-se os gráficos de Ca (Gráficos 99 e 100) e Mg (Gráficos 101 e 102) em conjunto, visto que ao reduzirem-se os teores de Ca, aumentou-se os teores de Mg, e vice e versa.

4.2.3.3.6 Ferro

Os teores médios de ferro para o controle água foram de 153,42 mg kg⁻¹. Ao utilizar nas plantas apenas água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se um declínio gradual nestes teores, atingindo valores de 138,07; 130,04; 115,06; 107,39 e 92,05 mg kg⁻¹ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráficos 73 e 74).

Com uso da terra diatomácea como agente mitigador foi possível observar que este corroborou na absorção e manutenção dos teores de ferro dentro da planta, tanto em baixas quanto em altas condutividades, sendo os maiores resultados encontrados quando quantidades mais elevadas do composto foram utilizadas. No entanto pode-se observar pequena redução nos teores para todas as

quantidades empregadas, quando a condutividade chegava a $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, se comparado a condutividade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Gráfico 73).

Os menores e maiores teores ($68,14 \text{ g kg}^{-1}$ para $2,0$ gramas na condutividade de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $373,71 \text{ g kg}^{-1}$ para $5,0$ gramas na condutividade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$), e os demais valores dentro desta faixa, estão de acordo com os relatados para algumas espécies de *Eucalyptus* sp., como descrito por Silveira et al. (2005) os quais apresentaram teores foliares variando entre 63 e 200 mg kg^{-1} como adequados. Para Dechen e Nachtigall (2006), a variabilidade do teor de Fe nas plantas pode ocorrer entre 10 e 1500 mg kg^{-1} de massa de matéria seca, considerando-se concentrações adequadas ao bom crescimento das plantas as que ocorrem entre 50 e 100 mg kg^{-1} , podendo-se considerar deficientes com menos de 10 mg kg^{-1} de Fe.

Porém, a utilização de prolina demonstrou ser mais eficiente na absorção de ferro pelas plantas em estresse, principalmente quando a quantidade intermediária de $0,3 \text{ g}$ de prolina por kg de substrato foram utilizadas, demonstrando-a, diferente das demais. Apenas houve um comportamento crescente nos teores ferro, com o aumento na condutividade, atingindo valores de $228,01$; $257,68$; $254,89$; $311,61$ e 420 mg kg^{-1} de tecido, nas condutividades de $2,0$; $4,0$; $6,0$; $8,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Gráfico 74). Estes mostraram-se superiores aos considerados adequados, conforme descrito para espécies de *Eucalyptus* sp. (SILVEIRA et al., 2005).

Gráfico 73 - Teores médios de ferro ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

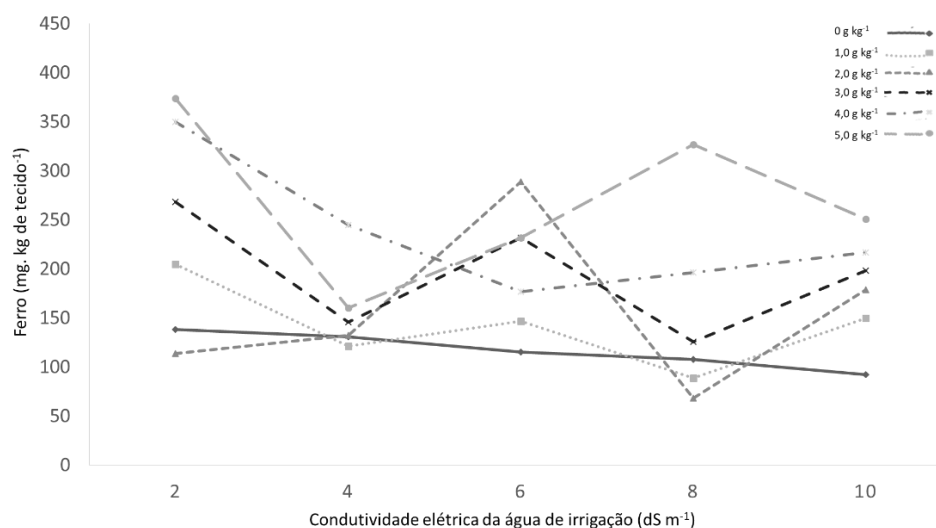
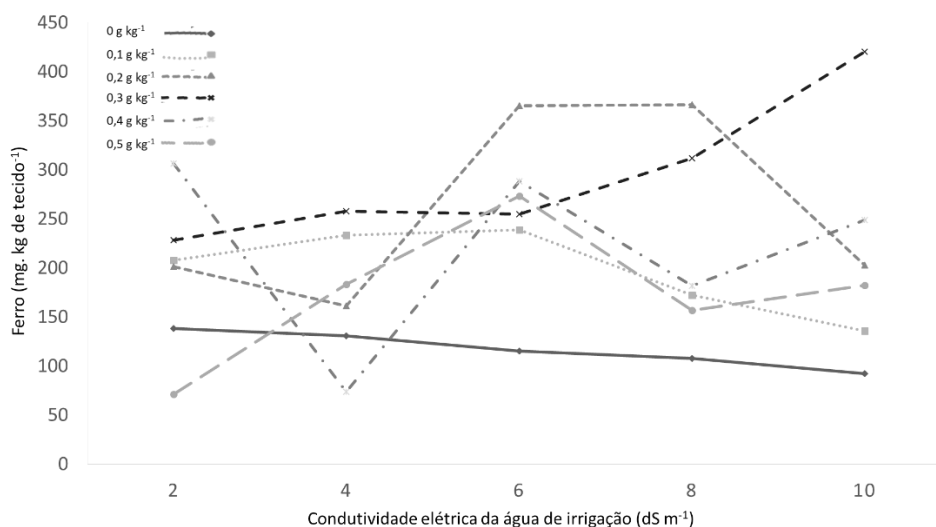


Gráfico 74 - Teores médios de ferro (mg kg^{-1}) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



O Fe mesmo não sendo requerido em altas concentrações, é essencial para o desenvolvimento das plantas, visto que está envolvido na fotossíntese, atuando junto com o magnésio, na catalise da biossíntese da clorofila (FURLANI, 2004). Além disso participam da fixação biológica de N e sua assimilação (MARSCHNER, 1995).

4.2.3.3.7 Manganês

Os teores médios de manganês para o controle água foram de $95,69 \text{ mg kg}^{-1}$. Nas plantas que receberam apenas água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se declínio gradual nestes teores, atingindo valores médios de $86,12$; $81,33$; $71,76$; $66,98$ e $57,41 \text{ mg kg}^{-1}$ nas condutividades de $2,0$; $4,0$; $6,0$; $8,0$ e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Gráficos 75 e 76)

O comportamento dos teores de manganês foram semelhantes tanto quando da utilização de terra diatomácea ou prolina, cujos teores variaram de 38 a 140 mg kg^{-1} para ambos, ficando a exceção por conta de um único ponto de $618,74 \text{ mg}$ de manganês quando da utilização de $1,0 \text{ g}$ de terra diatomácea, na condutividade de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Gráficos 75 e 76).

Silveira et al. (2005) relataram que, para *Eucalyptus* sp., teores de manganês considerados adequados deveriam variar entre 193 e 840 mg kg^{-1} , sendo que teores menores que 100 mg kg^{-1} seriam considerados como deficientes. Deste

Este comportamento de deficiência, o qual também foi detectado por diagnose visual pode ter sido extremamente prejudicial ao desenvolvimento das plantas, visto que, reduções no crescimento de mudas em altas condutividades foram observadas e poderiam estar diretamente relacionadas a estes fatores de carência, já que, por conta da relativa facilidade de mudança no estado de oxidação, o Mn apresentaria importante função nos processos de oxirredução na planta, atuando no transporte de elétrons na fotossíntese e na desintoxicação dos radicais livres de oxigênio (O^{2-}) (FURLANI, 2004), sendo essencial para o fotossistema II, no processo de fotólise da água (MARSCHNER, 1995), processos os quais possivelmente foram afetados.

Além disso, o Mn é essencial à síntese de clorofila e sua função principal está relacionada com ativação de enzimas, podendo atuar no balanço iônico como um contra-íon de grupos aniônicos, além de ativar grande número de enzimas que atuam na glicólise e no ciclo do ácido cítrico na respiração e, em metabolismos intermediários, sendo o Mn^{+2} e o Mg^{+2} intersubstituíveis na ativação de muitas dessas enzimas (FERNANDES, 2006).

Os cloroplastos são as organelas mais sensíveis à deficiência de Mn, ocorrendo desordens em seu sistema lamelar, com volume pequeno e dominado pela parede celular. Os tecidos intepidermais passam a se mostrar enrugados, com clorose internerval nas folhas mais novas (MENGEL e KIRKBY, 1987). Em virtude de sua participação na síntese da clorofila, os sintomas de deficiência desse elemento geralmente envolvem amarelecimento de folhas ou clorose (MALAVOLTA, 1996), conforme detectado através destes experimentos.

4.2.3.3.8 Cobre

Os teores médios de cobre no controle água foram de $6,01 \text{ mg kg}^{-1}$. O uso apenas de água de irrigação nas diferentes condutividades proporcionaram declínio gradual em seus valores, com 5,40; 5,11; 4,50; 4,22 e $3,60 \text{ mg kg}^{-1}$ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente (Gráficos 77 e 78).

Assim como para os outros macro e micronutrientes, os teores mais elevados de cobre com a terra diatomácea foram encontrados para as maiores quantidades utilizadas, cujos valores de 15,16; 26,43; 15,59; 16,94; e $28,09 \text{ mg kg}^{-1}$ para a quantidade de 4,0 g de composto por kg de substrato e 27,78; 16,37; 33,96;

19,47 e 14,69 mg kg⁻¹ para a quantidade de 5,0 g de composto por kg de substrato, para as condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 77).

Com a prolina, as menores quantidades de composto (0,1; 0,2 e 0,3 g kg⁻¹) foram mais eficientes em manter os níveis de cobre elevados, sendo que houve poucas flutuações entre os valores para as menores e maiores condutividades, nestes tratamentos (Gráfico 78).

Gráfico 77 - Teores médios de cobre (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m⁻¹). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

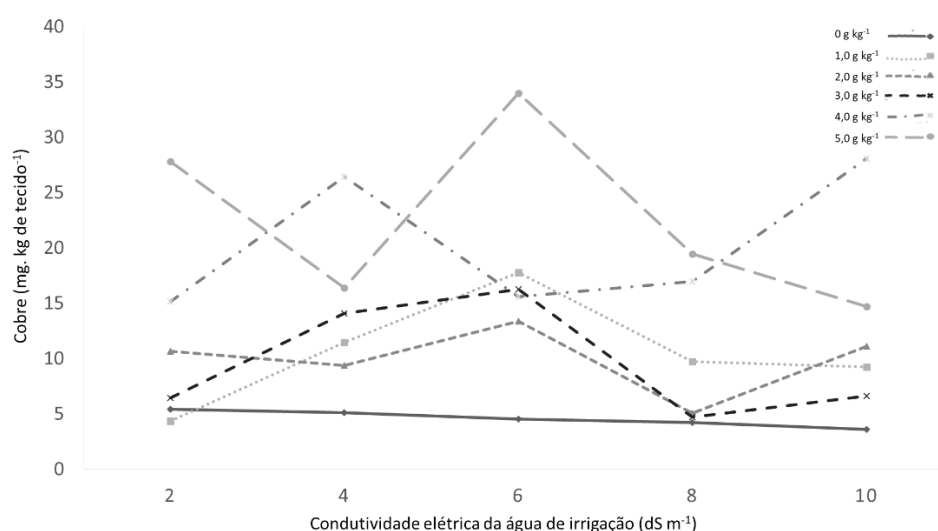
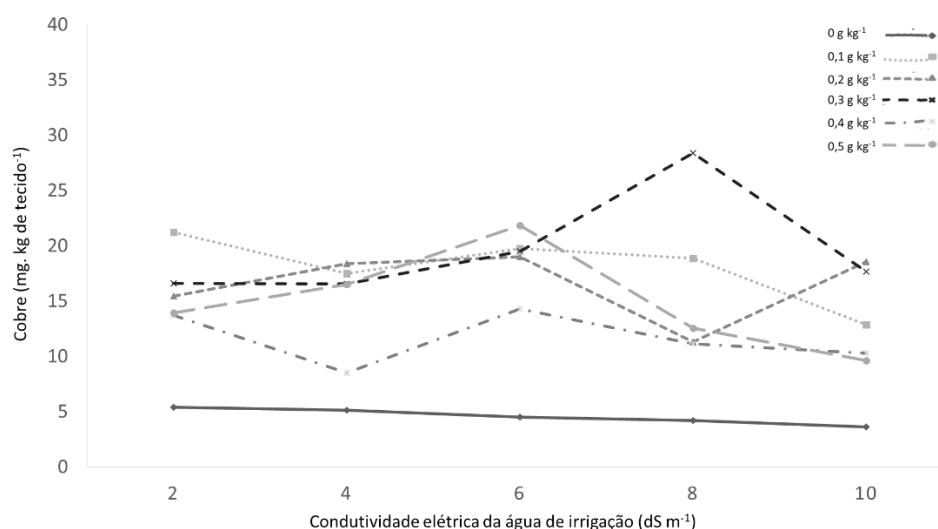


Gráfico 78 - Teores médios de cobre (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m⁻¹). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Mesmo alguns tratamentos exibindo menor eficiência em manter os teores de cobre elevados, pode-se afirmar que tanto terra diatomácea quanto a prolina, garantiram melhoria visual quando comparado ao controle salino. Estes apresentaram teores de Cu em níveis adequados, considerando-se o intervalo entre 5 e 20 mg kg⁻¹, como citado por Dechen e Nachtigall (2006).

A importância em manter-se os níveis adequados de cobre na planta estão relacionados a função estrutural que desempenham em enzimas, as quais podem reagir diretamente com oxigênio molecular e catalisar preferencialmente processos terminais de oxidação. Além disso, inúmeras proteínas contendo Cu são importantes nos processos da fotossíntese, da respiração, da desintoxicação dos radicais livres de superóxidos e da lignificação de tecidos (FURLANI, 2004).

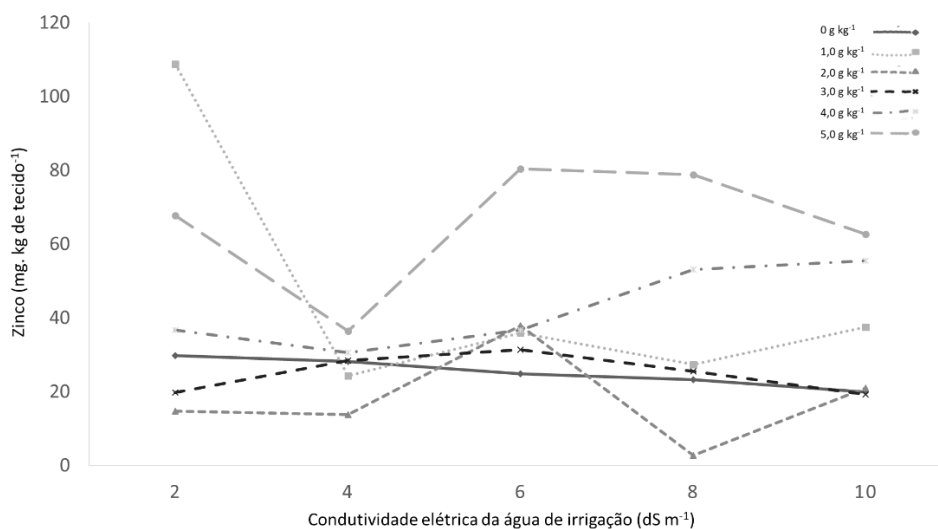
O cobre (Cu²⁺) é inibido competitivamente por zinco (Zn⁺²), o que foi confirmado pelo comportamento dos teores de zinco, em relação aos de cobre, os quais serão descritos a seguir, e reduzido também por H₂PO⁻⁴, K⁺, Ca⁺² e NH⁴⁺, sendo que, em plantas com sintomas de deficiência deste, a taxa fotossintética passa a ser reduzida devido ao Cu ser elemento capaz de transferir elétrons, captando energia através de proteínas e enzimas oxidativas (MALAVOLTA, 2006).

A maior parte do Cu em células foliares está associada à plastocianina, o doador imediato de elétrons para o fotossistema I (EPSTEIN e BLOOM, 2005).

4.2.3.3.9 Zinco

Os teores médios de zinco para o controle água foram de 33,08 mg kg⁻¹. O uso de água de irrigação nas diferentes condutividades apresentou um declínio gradual nestes teores, atingindo valores de 29,77; 28,11; 24,81; 23,15 e 19,84 mg kg⁻¹ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráficos 79 e 80).

Gráfico 79 - Teores médios de zinco ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

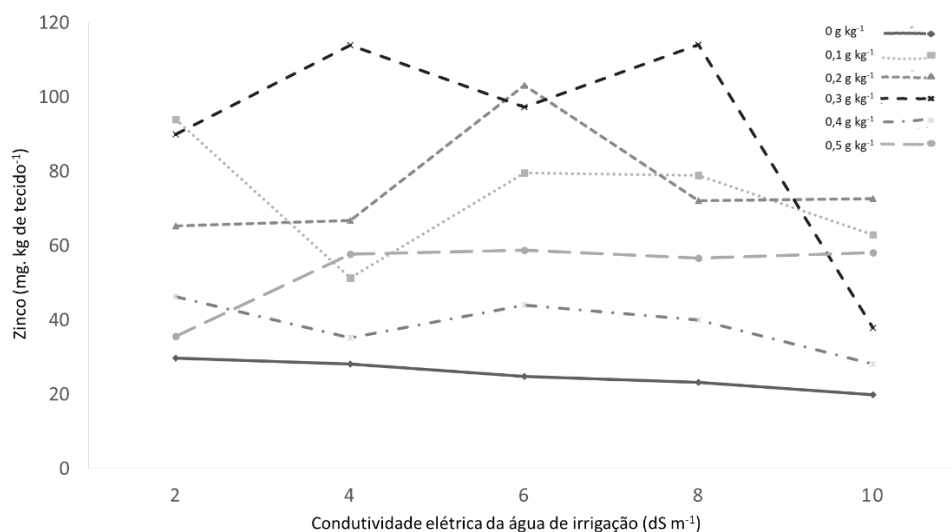


Mesmo que os teores de zinco tenham sido maiores quando se utilizou 1,0 g de terra de diatomácea na condutividade 2,0 dS m^{-1} , este decaiu consideravelmente na condutividade 4,0 dS m^{-1} , não elevando seus valores ao patamar observado no comportamento inicial, para nenhum das condutividades a seguir (Gráfico 79).

O destaque ficou por conta das maiores quantidades de terra de diatomácea, que demonstrou comportamento crescente, em relação as condutividades, quando foram utilizadas 4,0 g kg de substrato⁻¹ (36,68; 30,56; 36,62; 53,06 e 55,42 mg kg^{-1} para as condutividades 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1} respectivamente). Porém, na maior condutividade foram obtidos com a utilização de 5,0 g kg⁻¹, teor médio de 62,68 $\text{mg kg de tecido}^{-1}$.

Para prolina, os maiores resultados foram encontrados com utilização das menores concentrações deste no substrato, sendo os picos de maior acúmulo de Zn registrados no intervalo das condutividades 4,0 a 8,0 dS m^{-1} (Gráfico 80).

Gráfico 80 - Teores médios de zinco ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Dechen e Nachtigall (2006) relataram intervalos de ocorrência entre 3 e 150 mg kg^{-1} de zinco como adequados para o desenvolvimento das plantas de forma geral, afirmando que valores menores que 25 mg kg^{-1} seriam insuficientes nas folhas das plantas. Assim constatou-se que tanto terra diatomácea, quanto prolina foram eficientes em manter os valores deste micronutriente na faixa de adequação, assim como descrito por Brun et al. (2010), os quais encontram teores médios foliares deste elemento em *Caesalpinia pluviosa* dentro do intervalo de necessidades para a planta. Larcher (2004), estabeleceu entre 10 a 50 mg kg^{-1} .

O zinco atua como cofator enzimático além de algumas enzimas o contabilizarem na sua estrutura molecular. O Zn é essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura proteica, e sua falta na planta pode comprometer processos como fotossíntese, respiração, síntese (proteína, amido) e controle hormonal, além de acarretar perda na integridade das membranas e elevar os níveis de radicais livres de O_2 que destroem as ligações duplas dos ácidos graxos polinsaturados e fosfolipídios nas membranas (MALAVOLTA, 2006).

4.2.3.3.10 Boro

Os teores médios de boro ao utilizar água destilada foram de $42,71 \text{ mg kg}^{-1}$. Com água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se declínio

gradual nestes teores, cujos valores foram de 38,43; 36,30; 32,03; 29,89 e 25,62 mg kg⁻¹ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráficos 81 e 82).

O aumento nas quantidades de terra de diatomácea como fonte de silício, garantiram também os maiores teores de acúmulo de boro, com valores máximos de 69,27 e 63,30 mg kg⁻¹ para s quantidades de 4 e 5 g de terra diatomácea por kg de substrato, respectivamente. A menor quantidade, 1,0 g kg⁻¹, produziu resultados de menores valores inclusive ao controle salino, com teores variando de 25,94; 30,74; 32,85; 19,05 e 36,72 mg kg⁻¹ para a condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ respectivamente (Gráfico 81).

Para prolina, as menores quantidades empregadas exibiram também os maiores teores de boro nas folhas, com comportamento muito semelhante para 0,1; 0,2 e 0,3 g de prolina por kg de substrato⁻¹, com valores máximos na condutividade 6 dS m⁻¹ (65,59; 66,79 e 66,27, respectivamente) (Gráfico 82).

Gráfico 81 - Teores médios de boro (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m⁻¹). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

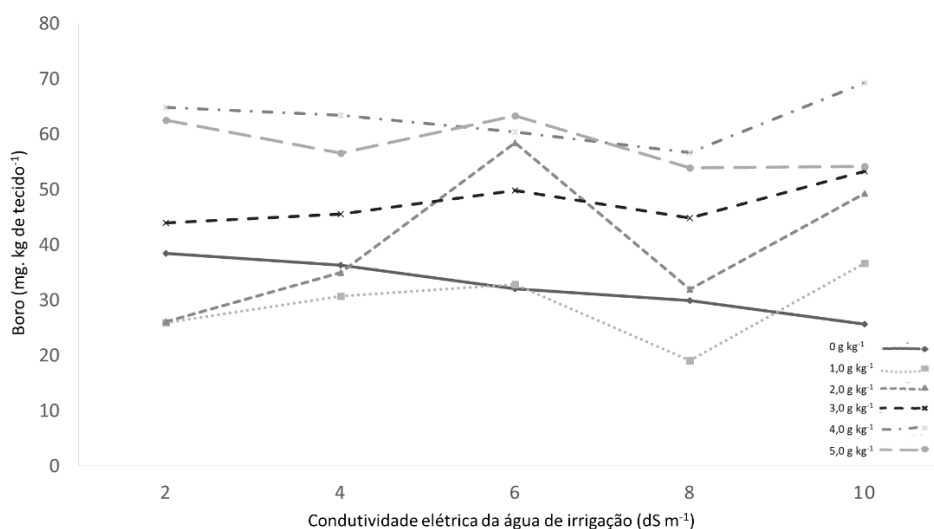
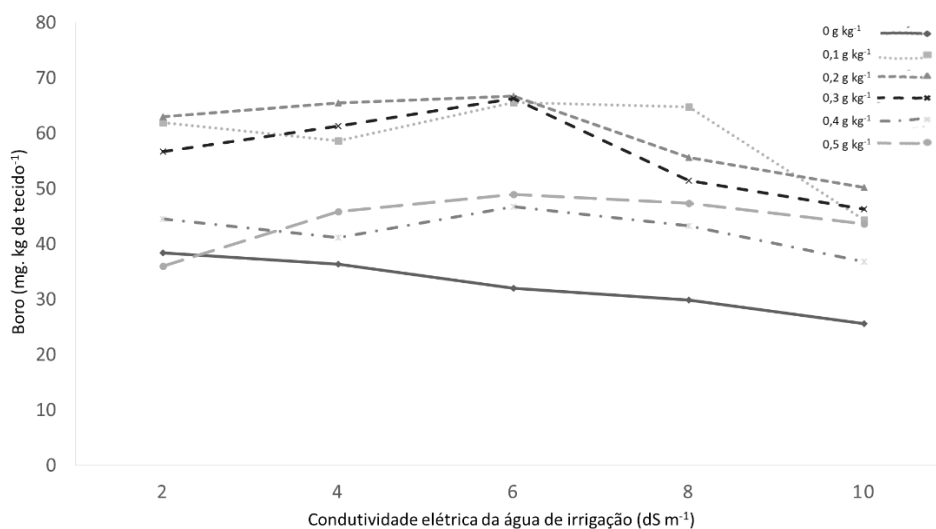


Gráfico 82 - Teores médios de boro (mg kg^{-1} de tecido $^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Tais teores demonstrados (Gráficos 81 e 82) encontram-se de acordo com os estipulados por Epstein e Bloom (2004), os quais inferiram que o teor de B adequado em tecido vegetal ficaria em torno de 20 mg kg^{-1} , o que também é corroborado por SBCS-SQFS (2004), citando intervalo entre 10 e 50 mg kg^{-1} para o tecido foliar de algumas espécies florestais e os descritos por Dechen e Nachtigall (2006) os quais dão conta de que, os valores adequados para o crescimento normal de plantas ficaria entre 30 e 50 mg kg^{-1} e as deficiências se pronunciariam de forma mais severa em teores menores que 15 mg kg^{-1} .

Uma das importantes funções do B está relacionada ao metabolismo ou incorporação do Ca na parede celular. Este elemento atua na biossíntese da parede celular auxiliando o Ca na deposição e formação de pectatos envolvidos na construção destas estruturas (YAMAUCHI et al., 1986).

Assim, o aumento nos teores de boro com a utilização de terra diatomácea e sua redução ao empregar-se prolina, nas maiores condutividades poderiam estar diretamente relacionado a sua utilização na incorporação do cálcio, o qual passou a exibir menores e maiores valores.

Aproximadamente 90% do B da célula está na parede primária da planta, e a carência desse elemento acarreta redução na produção de celulose, pectina, lignina e suberina da parede celular (MALAVOLTA, 2006), o que pode ser observado

visualmente nas plantas nos lisímetros, as quais passaram a se tornar friáveis e mais maleáveis.

Além disso, a falta de B na planta leva ao aumento na concentração do ácido indol-acético (AIA), pois a atividade do AIA oxidase é inibida, resultando em acúmulo de compostos fenólicos nas regiões de crescimento das plantas, mais notadamente nas raízes e gemas terminais (GRAHAM e WEBB, 1991), diminuindo os níveis de compostos orgânicos de P como ATP, nucleotídeos, fosfatos de inositol, o que por consequência acarretaria na redução da ATPase e da extrusão de H⁺ (MALAVOLTA, 2006), favorecendo o meio externo para a absorção de nutrientes.

4.2.3.3.11 Enxofre

Os teores médios de enxofre com a água destilada foram de 0,63 mg kg⁻¹. Ao se aplicar as plantas apenas água de irrigação nas diferentes condutividades observou-se um declínio gradual nestes teores, atingindo valores de 0,56; 0,53; 0,47; 0,44 e 0,37 mg kg⁻¹ nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente (Gráficos 83 e 84).

Gráfico 83 - Teores médios de enxofre (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de terra diatomácea e submetidas ao estresse salino empregando água de irrigação em níveis de condutividades elétricas (dS m⁻¹). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

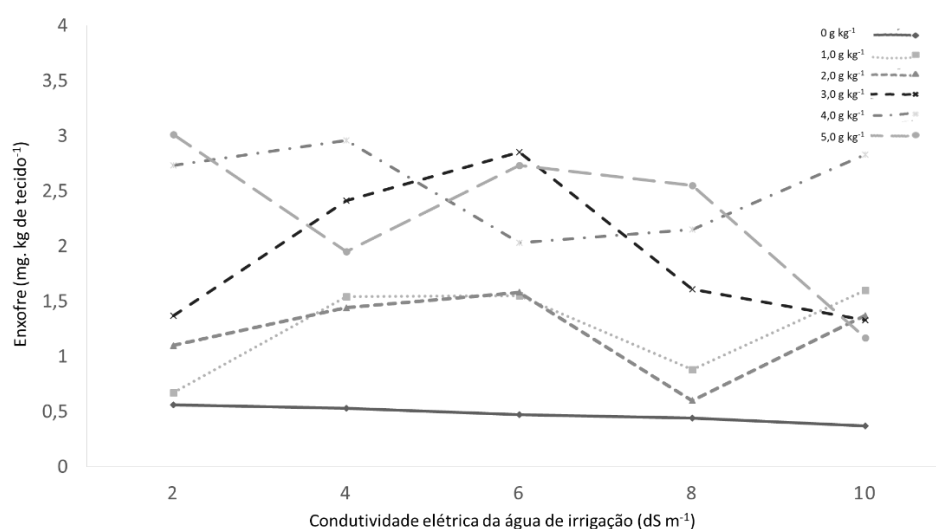
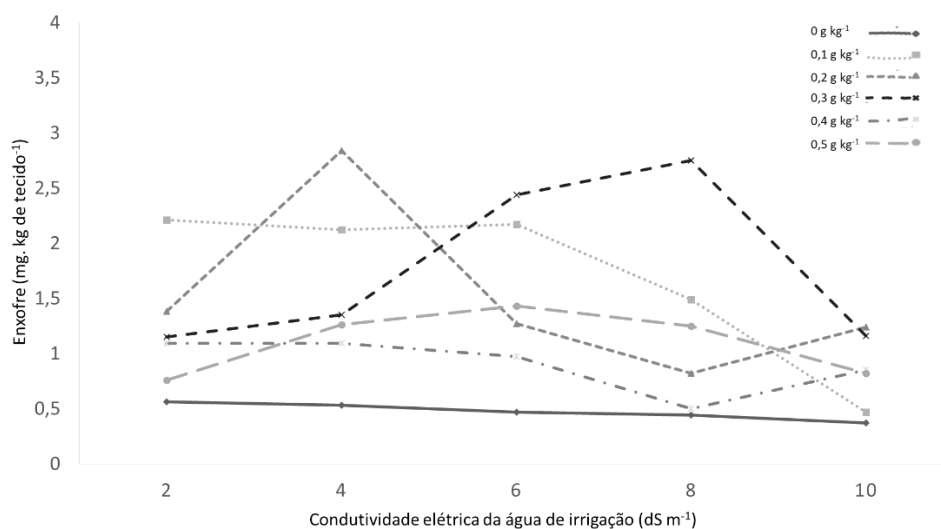


Gráfico 84 - Teores médios de enxofre ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades de prolina e submetidas a estresse salino empregando água de irrigação níveis de condutividades elétricas (dS m^{-1}). Plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



O enxofre tem participação direta como grupo (-SH) ativo das enzimas na ligação com o substrato. Muitas enzimas e coenzimas como a urease, APS – sulfotransferase e a coenzima A (CoASH) tem o grupo SH como grupo ativo nas reações enzimáticas. As ferredoxinas, que contém o grupo Fe-S, participam da transferência de elétrons na fotossíntese. Além de ser componente do acetil-CoA, que é o ponto de convergência do metabolismo degradativo de carboidratos, aminoácidos e ácidos graxos. O S não reduzido (sulfato) é constituinte estrutural das membranas celulares.

Assim como descrito para todos os outros macro e micronutrientes, o comportamento de enxofre exibiu mesmo padrão de superioridade nos teores encontrados, quanto ao controle salino. As maiores quantidades de terra diatomácea (3,0; 4,0 e 5,0 g kg⁻¹) e quantidade intermediária de prolina (0,3 g kg⁻¹) garantiram os melhores resultados de acúmulo e manutenção deste no tecido foliar.

A maior estabilidade nos teores de enxofre foi obtida com a utilização de 4,0 g de terra diatomácea por kg de substrato, com teores de 2,73; 2,96; 2,03; 2,15 e 2,83 mg kg⁻¹ para as condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹, respectivamente, com maior teor para 5 g kg⁻¹ na condutividade de 2,0 dS m⁻¹, apresentando valor médio de enxofre de 3,01 mg/kg (Gráfico 83).

Para prolina, os picos de maiores teores foram obtidos nas condutividades de 4,0 e 8,0 dS.m⁻¹ (2,84 e 2,75 mg kg⁻¹, respectivamente), para as

quantidades de 0,2 e 0,3 g de prolina por kg de substrato, respectivamente (Gráfico 84).

Todos os tratamentos exibiram valores de referência superiores aos descritos por Epstein e Bloom (2004) os quais apresentam $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ como sendo adequado e pela SBCS-CQFS (2004) a qual infere um intervalo de 1,0 a $2,0 \text{ g kg}^{-1}$, como adequado, sendo este bom indicativo da eficiência do tratamento das plantas em ambientes salinos.

Devido à sua participação num grande número de compostos e reações, a carência de S provocaria uma série de distúrbios metabólicos, onde, nestas condições, poderia ocorrer diminuição na fotossíntese e na atividade respiratória, queda na síntese de proteínas gerando aumento na relação N solúvel/ N proteico, acúmulo de carboidratos com o aparecimento de altas relações de C solúvel/C amido e diminuição na fixação livre de N_2 atmosférico (FERNANDES, 2006).

4.3 ANATOMIA COMPARATIVA DE ESTRUTURAS VEGETATIVAS DAS MUDAS DE *Plinia cauliflora* TRATADAS COM TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

4.3.1 Aspectos gerais sobre a anatomia de *Plinia cauliflora*

Indistintamente da ausência ou presença de tratamento com terra de diatomácea ou prolina, foi possível observar, em maior ou menor proporção, em todas as plantas avaliadas, a presença dos tecidos básicos que caracterizam a espécie e indivíduos da família Myrtaceae.

As seções transversais da região mediana das folhas (nervura central) evidenciaram que estas eram constituídas por epiderme adaxial e abaxial, delimitando a divisão entre meio externo e mesófilo. Nestas regiões, em maior ou menor quantidade, puderam ser observadas a presença de tricomas. Internamente, fazendo parte do mesófilo estavam presentes o parênquima paliçádico e esponjoso. Especificamente na região da nervura central observou-se que eram circundadas por diversas camadas de colênquima, trazendo logo abaixo camada de fibras, a qual delimitava e protegia o floema, caracterizado por estar presente logo acima e abaixo do xilema, o qual encontrava-se em posição central em relação aos demais tecidos (Figura 27A).

Em relação ao limbo foliar, foi detectada a presença de epiderme adaxial e abaxial recobertas por cutícula. O mesófilo é constituído por parênquima paliçádico, onde encontram-se as câmaras subestomáticas, bem como, cavidade secretoras. No parênquima esponjoso estavam presentes feixes vasculares e sistemas condutores formados por colênquima, fibras, floema e xilema (Figura 27B).

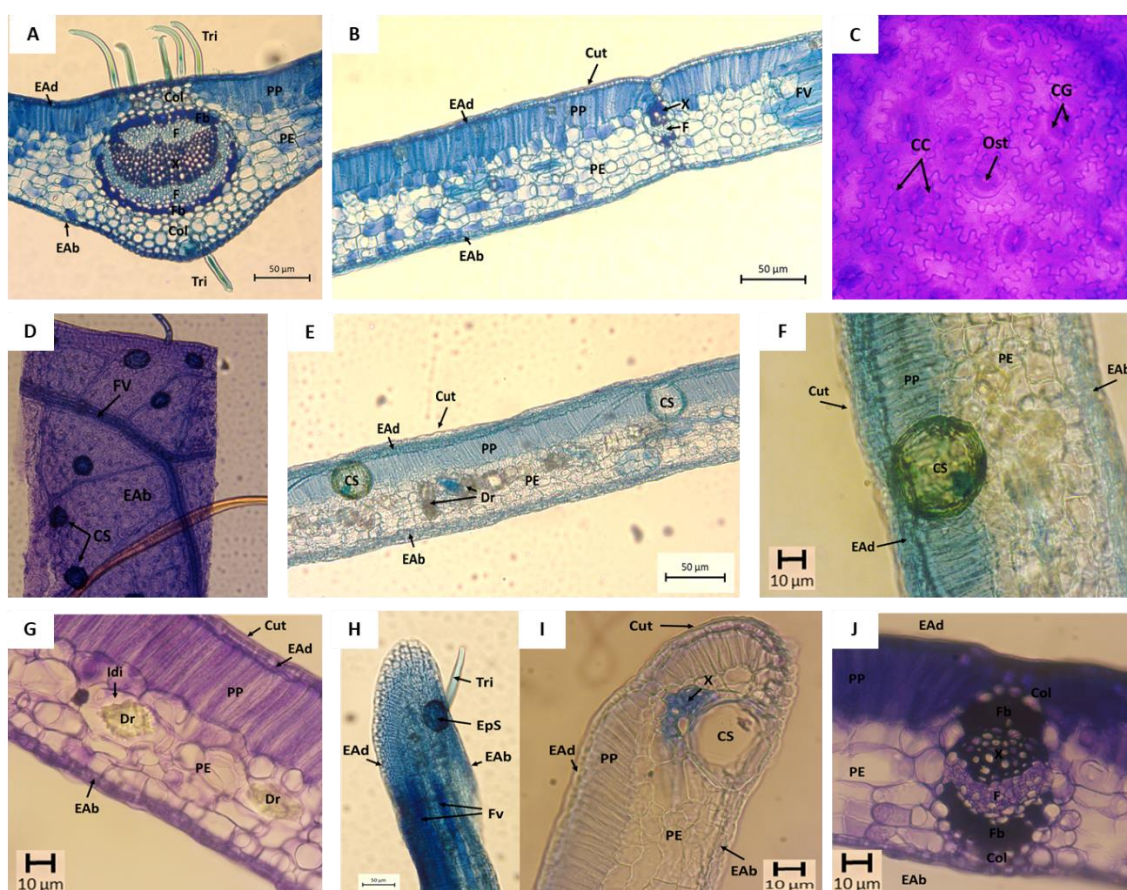
Ao longo de toda a epiderme verificou-se presença de estômatos paracíticos, bem como o epitélio das cavidades secretoras, as quais distribuem-se amplamente de forma aleatória por toda essa região, além de tricomas na região do bordo e da nervura central (Figuras 27C; D; E e F).

Também ocorreram no parênquima esponjoso a presença de inúmeros idioblastos contendo em seu interior cristais de oxalato de cálcio no formato de drusas (Figura 27G). É possível verificar em regiões do bordo foliar a presença de cavidade secretora neste parênquima, o qual é revestido pelo epitélio da cavidade secretora,

conectado a um ou mais tricomas, gerando o contato entre a região interna e externa (Figura 27H e I).

Os feixes vasculares, inseridos no parênquima esponjoso e em contato com a epiderme através do parênquima paliçádico, eram delimitados externamente compostos por colênquima, possuíam duas camadas de fibras que protegiam o xilema e floema.

Figura 27 – Seções transversais da nervura central evidenciando suas estruturas características (A); lâmina foliar evidenciando suas estruturas características (B); epiderme adaxial apresentando estômatos paracíticos (C) e cavidades secretoras dispostas de forma aleatória (D); lâmina foliar apresentando cavidades secretoras no parênquima paliçádico e drusas no parênquima esponjoso (E); lâmina foliar evidenciando a estrutura secretora subepidérmica (cavidade secretora) com a presença de metabólitos em seu interior (F); lâmina foliar apresentando idioblastos dispostos no parênquima esponjoso e contendo drusas (cristais de oxalato de cálcio) em seu interior (G); lâmina foliar na região do bordo no qual é visível o epitélio secretor da cavidade secretora ligado ao tricoma, bem como feixe vascular paralelo ligado-se a essa (H); lâmina foliar na região do bordo no qual é evidenciada a cavidade secretora disposta no parênquima esponjoso (I); lamina foliar destacando o feixe vascular e suas estruturas características (J). Legendas: Col (colênquima); Cut (cutícula); CC (células companheiras); CG (células guarda); CS (cavidade secretora); Dr (drusa); EAd (epiderme adaxial); EAb (epiderme abaxial); EpS (epitélio secretor); F (floema); Fb (fibras); FV (feixe vascular); Idi (idioblasto); Ost (ostíolo); PP (parênquima paliçádico); PE (parênquima esponjoso); Tri (tricoma); X (xilema). Barras 50 μm e 10 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Os caules em crescimento secundário (Figura 28), partindo da região da medula para parte externa, foram formados por raios xilemáticos simples ou duplos, e entre estes estavam presentes elementos de vaso de diferentes calibres e fibras xilemáticas, os quais em conjunto formavam os anéis de crescimento do caule. Também esteve presente o lenho tardio, o qual era zona de transição para o câmbio vascular, o qual é responsável pela formação tanto de xilema (em direção a medula), quanto floema (em direção ao súber).

Logo acima do câmbio vascular foi possível observar raios floemáticos, intercalados com regiões de floema secundário. Acima destes estavam presentes a feloderme e o felogênio, formando o câmbio suberfelogênio, o qual é responsável pela formação da região da casca do caule (súber) (Figura 29). O súber também esteve presente, com número variável de camadas de células achatadas, sendo delimitado pela epiderme da casca, a qual é responsável por delimitar a parte interna e externa do caule, o qual possuía ainda ritidomas, um conjunto de camadas de tecido morto na superfície externa do caule, constituindo a casca externa em encontrando-se em estado de esfoliação, característicos de indivíduos da família Myrtaceae.

Figura 28 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com terra de diatomácea (fonte de silício), evidenciando o pleno desenvolvimento de todas as estruturas que compõe seu crescimento secundário do indivíduo. Legenda: Csf (câmbio suberfelogênio); CV (câmbio vascular); Ep (epiderme); Fb (fibras); Fd (feloderme); Fg (felogênio); FS (floema secundário); LT (lenho tardio); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); Rt (ritidoma); Sb (súber). Barra 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

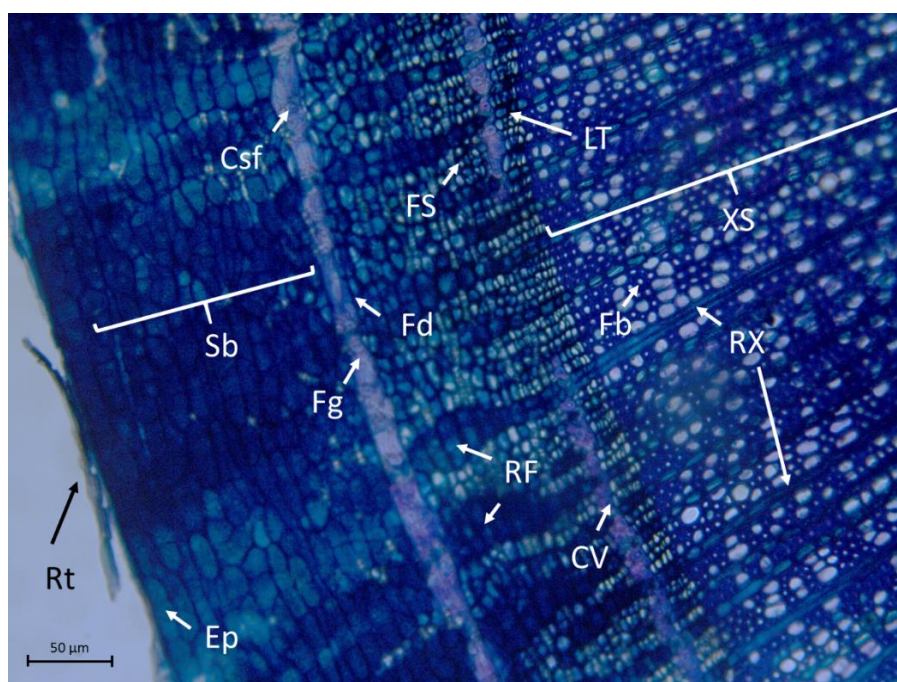
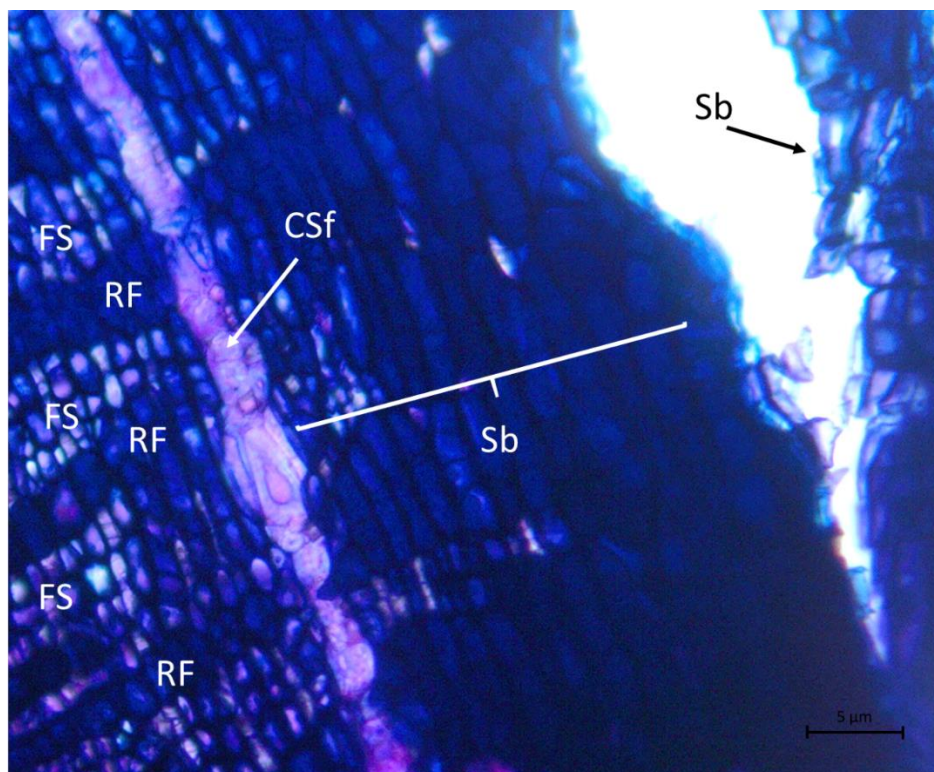


Figura 29 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* evidenciando a transição entre floema secundário e a região do súber, bem como a formação deste a partir do câmbio suberfelogênio. Detalhe para fragmentação do súber, uma característica marcante e que funciona como identidade visual para indivíduos da família Myrtaceae. Legenda: Csf (câmbio suberfelogênio); FS (floema secundário); RF (raio floemático); Sb (súber). Barra 5 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.



4.3.2 Anatomia de estruturas vegetativas de mudas de *Plinia cauliflora* não tratadas e submetidas a água de irrigação em diferentes condutividades elétricas

Plantas de *Plinia cauliflora* que não receberam nenhum tipo de tratamento e foram apenas submetidas ao estresse salino em diferentes condutividades da água de irrigação apresentaram folhas com epiderme mais delgada e com camada de cutícula espessa. Houve aumento do parênquima paliçádico e redução no parênquima esponjoso, elevação no número de idioblastos com a presença de drusas (cristais de oxalato de cálcio) em seu interior, bem como no número de cavidades secretoras, especialmente nas condutividades mais elevadas (8,0 e 10,0 dS m^{-1}) como já apresentado na Figura 27.

Os caules reduziram de tamanho radial, ocorrendo aumento na espessura dos tecidos e vasos vasculares (xilema e floema secundários). Ainda sobre

os vasos condutores pode ser observado a degradação e retração do desenvolvimento de partes destes. Foi detectada a redução no número de camadas de células do súber (Figuras 30 e 31).

Figura 30 – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* não tratadas e submetidas a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A); 4,0 dS m⁻¹ (B); 6,0 dS m⁻¹ (C); 8,0 dS m⁻¹ (D) e 10,0 dS m⁻¹ (E). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

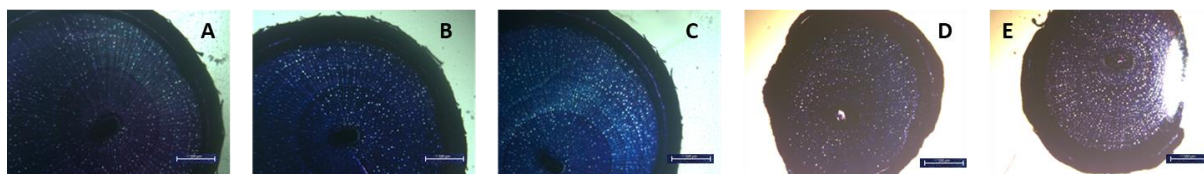
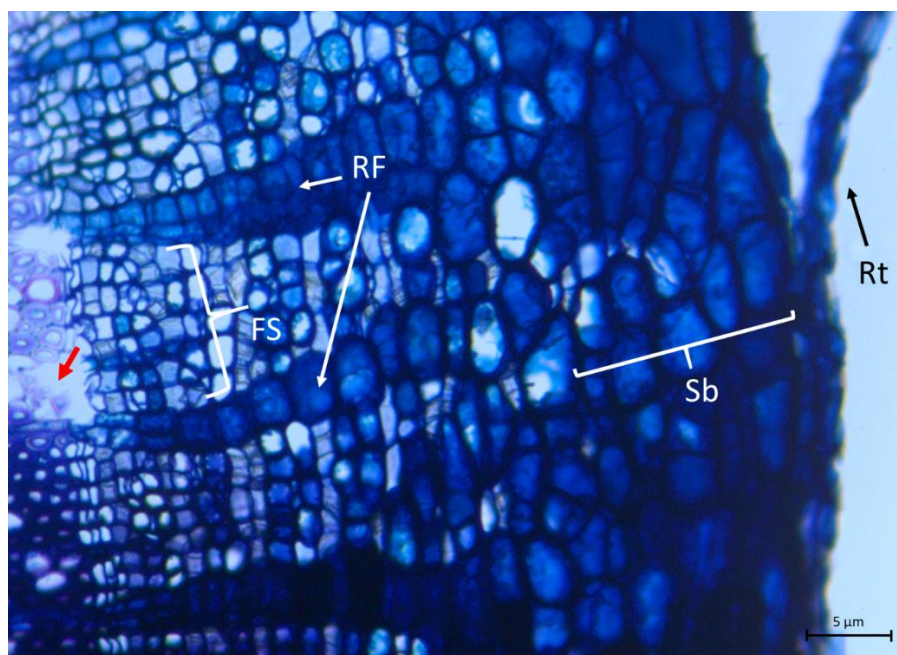


Figura 31 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* evidenciando a degradação de parte do lenho tardio (seta vermelha) e redução na espessura dos raios floemáticos e do súber. Legenda: FS (floema secundário); RF (raio floemático); Rt (ritidoma); Sb (súber). Barra 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Acosta-Motos et al. (2015) ao estudarem alterações anatômicas em folhas de plantas de *Eugenia myrtifolia* submetidas a exposição em solução de NaCl na condutividade elétrica de 8 ds m⁻¹ por 30 dias, também verificaram que ocorreram mudanças significativas no parênquima paliçádico, o qual sofreu considerável aumento. Além disso, houve diminuição no parênquima esponjoso e aumento no espaço intercelular. Tais características, decorrentes do efeito da salinidade, buscam

melhorar a difusão de CO₂, tornando mais fácil sua chegada aos cloroplastos, os quais estão presentes em maior número no parênquima paliçádico. Além disso, essas alterações podem proteger e melhorar o desempenho das taxas fotossintéticas em plantas *Eugenia*, especialmente em situações de abertura estomática reduzida.

Plantas de soja crescendo com efeito de solução salina apresentaram além da cutícula mais espessas, aumento na espessura dos tecidos e vasos vasculares, bem como aceleração do desenvolvimento de xilema e biossíntese de compostos fenólicos quando comparados as não estressadas, enquanto na zona do córtex houve redução na espessura (DOLATABADIAN et al., 2011). As alterações encontradas neste estudo, as quais também foram observadas para as plantas de *Plinia cauliflora* em questão, podem estar relacionadas ao fato de que as paredes celulares tendem a se tornarem mais lignificadas quando a expansão celular diminui em virtude do estresse e quando se diferencia para tecidos especializados particulares, notadamente o xilema (CHRISTENSEN et al., 1998).

4.3.3 Anatomia de estruturas vegetativas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra de diatomácea (fonte de silício) e submetidas a água de irrigação em diferentes condutividades elétricas

Plantas que receberam terra de diatomácea como fonte de silício, independentemente da quantidade, apresentaram em menores condutividades elétricas da solução de irrigação (2,0 e 4,0 dS m⁻¹), nervuras centrais mais desenvolvidas e com tamanho superior as que foram submetidas aos níveis mais elevados de salinidade (6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Porém, não houve degradação de nenhum tecido, demonstrando a efetividade dos tratamentos em auxiliar no correto desenvolvimento de todos os tecidos (Figura 32).

Os tratamentos garantiram com que todas as plantas tratadas, independente da condutividade elétrica empregada, apresentassem limbo foliar devidamente expandido, com desenvolvimento normal do parênquima paliçádico, o qual apresentou tamanho similar para todas as plantas. O parênquima esponjoso composto por 5 a 7 camadas de células, também foi característica homogênea em todos os indivíduos. A epiderme de folhas tratadas e em maior salinidade apresentaram-se de forma mais espessada, recoberta por camada mais grossa de cutícula, quando comparadas as plantas tratadas em baixa salinidade (Figura 33).

Figura 32 – Seções transversais das nervuras centrais das folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A, B, C, D e E); 2,0 g (F, G, H, I e J); 3,0 g (K, L, M, N e O); 4,0 g (P, Q, R, S e T) e 5,0 g (U, V, X, Z e Y) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.

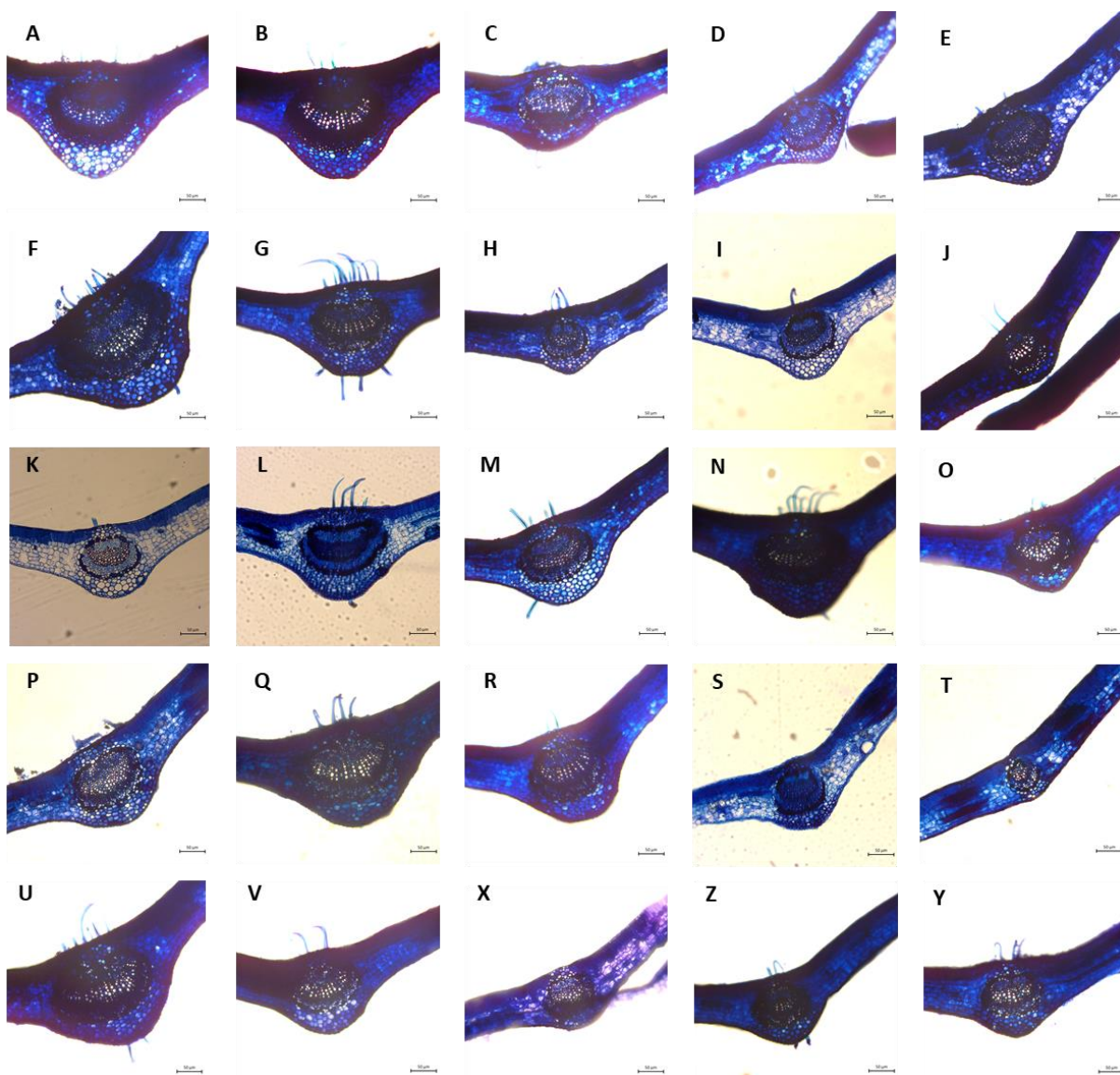
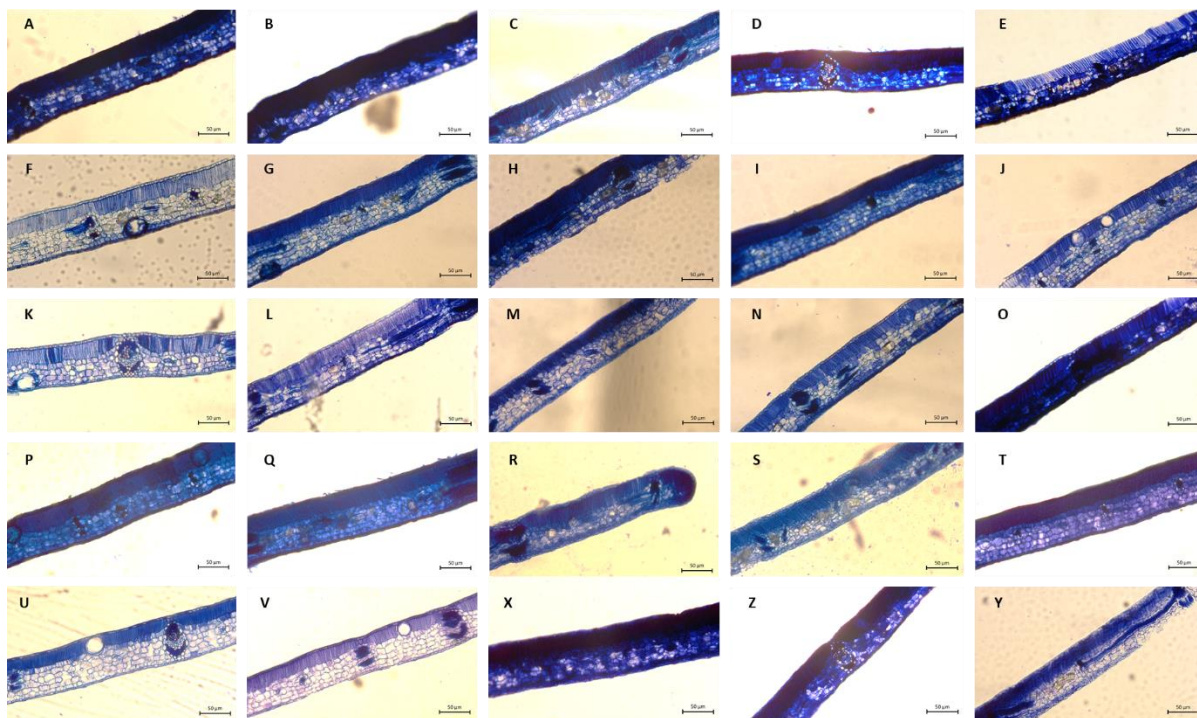


Figura 33 – Seções transversais das lâminas foliares de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A, B, C, D e E); 2,0 g (F, G, H, I e J); 3,0 g (K, L, M, N e O); 4,0 g (P, Q, R, S e T) e 5,0 g (U, V, X, Z e Y) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.



A cutícula da planta é camada lipídica de cutina que recobre essencialmente todos os órgãos aéreos de uma planta e funciona como barreira de restrição a perda de água excessiva pela transpiração. Por este mecanismo, acredita-se que a cutícula desempenhe papel crítico na tolerância das plantas por meio de sua capacidade de adiar o início da desidratação durante o estresse (KOSMA e JENKS, 2007; SAMUELS et al., 2008; APEZZATO DA GLORIA e CARMELLO GUERREIRO, 2012).

Houve aumento no número de cavidades secretoras subepidérmicas (dispostas no parênquima paliádico), nas plantas em maiores níveis de salinidade, independente da quantidade de terra de diatomácea empregada. Também foi detectado aumento no número de idioblastos contendo em seu interior cristais de oxalato de cálcio no formato de drusas. Esta característica é bastante interessante do ponto de vista fisiológico, já que o incremento da concentração de sal na solução possivelmente resultaria na mobilização e utilização do cálcio no metabolismo da

planta sob condições salinas e a formação destes cristais de oxalato de cálcio, podem constituir um reservatório para assegurar o suprimento de cálcio para os processos metabólicos, quando a absorção e a translocação desse cátion são reduzidas, devido ao estresse (HUNSCHE et al., 2010). Além disso, as drusas poderiam estar associadas as funções de balanço iônico celular e regulação osmótica, ao suporte mecânico tissular e detoxificação de substâncias nocivas (FRANCESCHI E NAKATA 2005).

Os estômatos encontravam-se funcionais para todas as plantas, sendo que os tratamentos terra de diatomácea e prolina garantiram com que esses permanecessem túrgidos, sem alterações nas células guarda e células companheiras.

Características adaptativas como estas já haviam sido observadas para plantas de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., avaliadas nas estações de chuva e seca, bem como, ao sol e à sombra na Restinga cearense. Foi constatado presença de características que contribuíam para sua sobrevivência nos períodos de déficit hídrico e alta taxa de luminosidade, tais como, presença de cutícula levemente espessa, folha hipoestomática, aumento da densidade estomática em folhas de sol, presença de fibras abundantes nos feixes vasculares da nervura central e presença de drusas (LEMOS et al., 2020).

Em relação a anatomia dos caules, comparativamente, foi observado que plantas que receberam quantidades maiores de terra de diatomácea (4,0 e 5,0 g de terra de diatomácea kg de substrato⁻¹), apresentaram epiderme com maior espessura, súber com maior tamanho e maior quantidade de camada de células, além de raios floemáticos maiores e com espaçamento entre um e outro maiores, fazendo com que o floema secundário ocupasse uma área maior e com mais camadas de células nestas plantas (Figuras 34 e 35).

Figura 34 – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A) e 5,0 g (B) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas a água de irrigação na condutividade de 6,0 dS m⁻¹ evidenciando diferenças no número, organização e tamanho do floema secundário e raios floemáticos bem como na espessura do súber. Legenda: Ep (epiderme); FS (floema secundário); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); Sb (súber). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

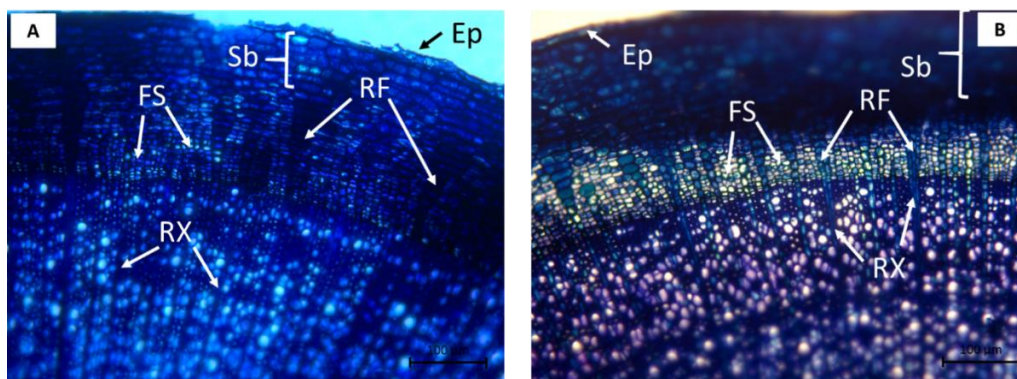
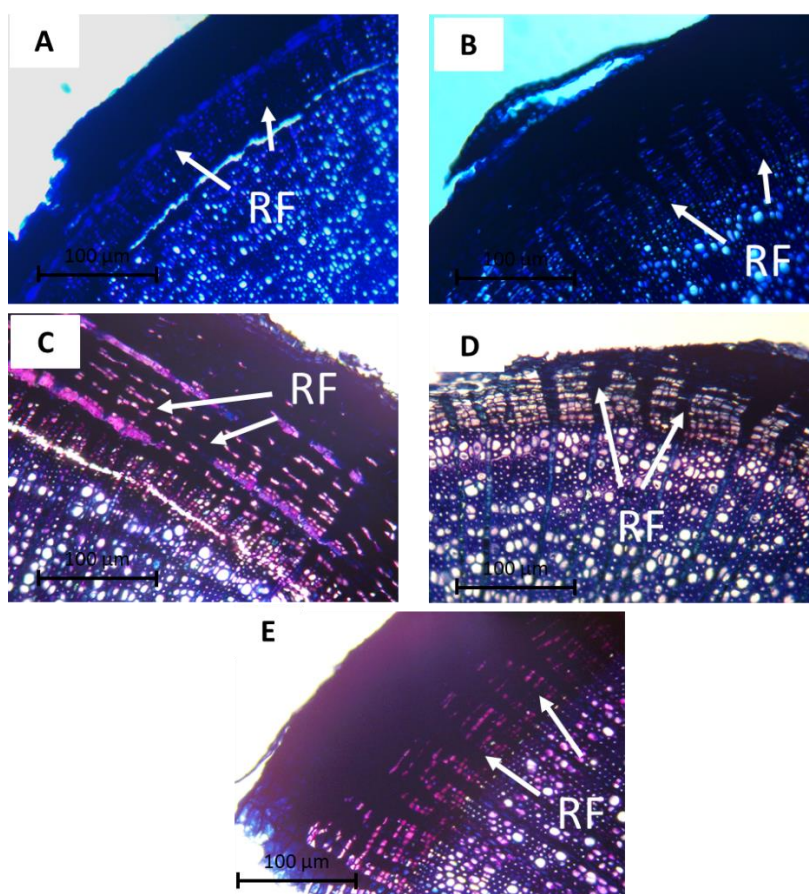
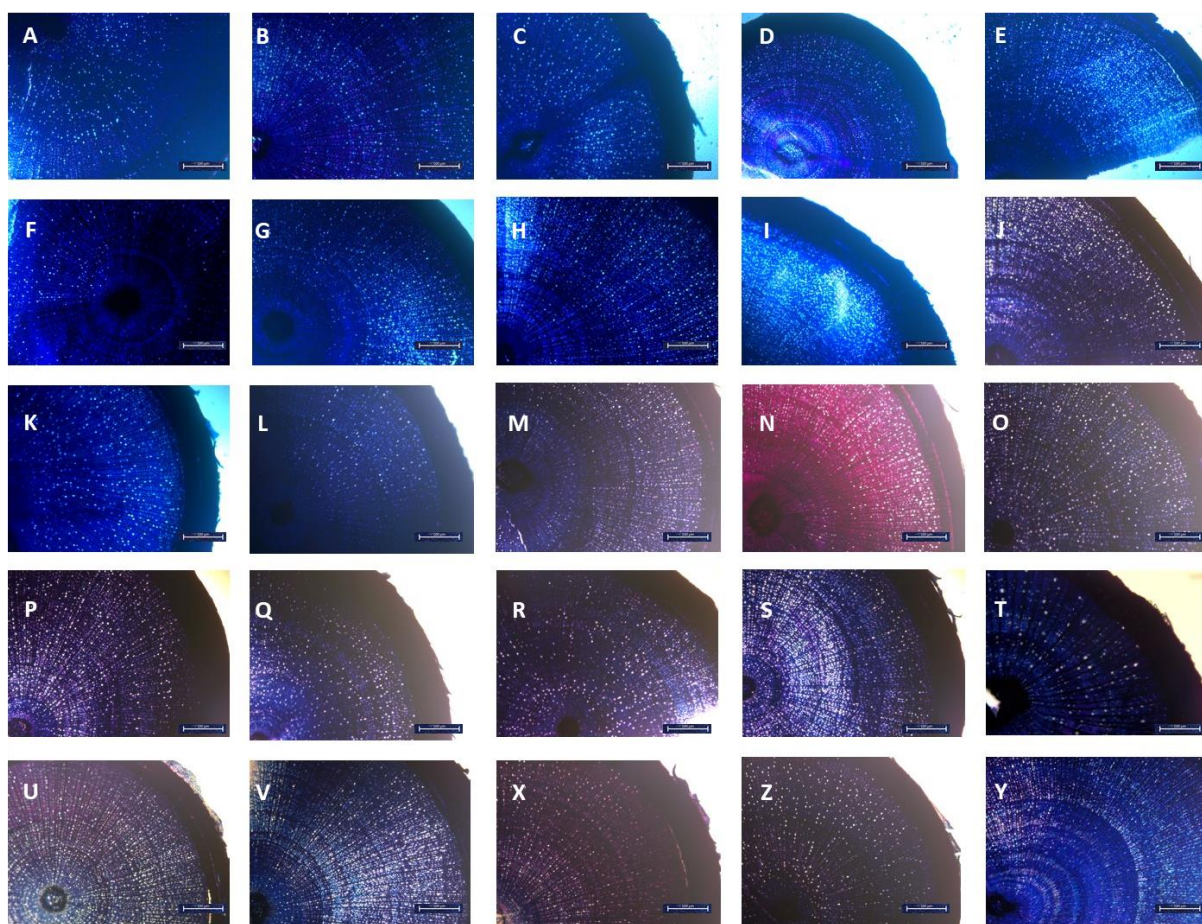


Figura 35 – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* demonstrando as diferenças no número, organização e tamanho dos raios floemáticos entre indivíduos tratados com 5,0 g kg de substrato⁻¹ de terra de diatomácea (fonte de silício) e submetidos a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A); 4,0 dS m⁻¹ (B); 6,0 dS m⁻¹ (C); 8,0 dS m⁻¹ (D) e 10,0 dS m⁻¹ (E). Legenda: RF (raio floemático). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Os caules dos indivíduos que receberam terra de diatomácea como fonte de silício, independente da quantidade e condutividade acabaram apresentando raio maior do caule, anéis de crescimento com intervalos maiores e mais equidistantes e, súber mais espesso, quando comparado as que não receberam tratamento (Figura 36).

Figura 36 – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 1,0 g (A, B, C, D e E); 2,0 g (F, G, H, I e J); 3,0 g (K, L, M, N e O); 4,0 g (P, Q, R, S e T) e 5,0 g (U, V, X, Z e Y) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



A organização do xilema secundário mostrou-se com maior número de elementos de vasos quando comparado as que não receberam tratamento e foram apenas submetidas ao estresse salino em diferentes níveis (Figura 37). Plantas tratadas com quantidades elevadas de terra de diatomácea (5,0 g de terra de diatomácea kg de substrato⁻¹) e submetidas as maiores condutividades elétricas da água de irrigação (8,0 e 10,0 dS m⁻¹), apresentaram uma quantidade maior de fibras

no xilema, intercaladas aos elementos de vaso, sendo estas com paredes mais espessadas, em relação aos indivíduos nas menores condutividades elétricas (2,0 e 4,0 dS m⁻¹) (Figura 38).

Figura 37 – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* demonstrando as diferenças na organização do xilema secundário entre indivíduos tratados com 5,0 g kg de substrato⁻¹ de terra de diatomácea (fonte de silício) (A1; A2; A3; A4 e A5) e não tratados (B1; B2; B3; B4; B5 e B6) e submetidos a água de irrigação nas condutividades de 0 dS m⁻¹ (B1); 2,0 dS m⁻¹ (A1 e B2); 4,0 dS m⁻¹ (A2 e B3); 6,0 dS m⁻¹ (A3 e B4); 8,0 dS m⁻¹ (A4 e B5) e 10,0 dS m⁻¹ (A5 e B6). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

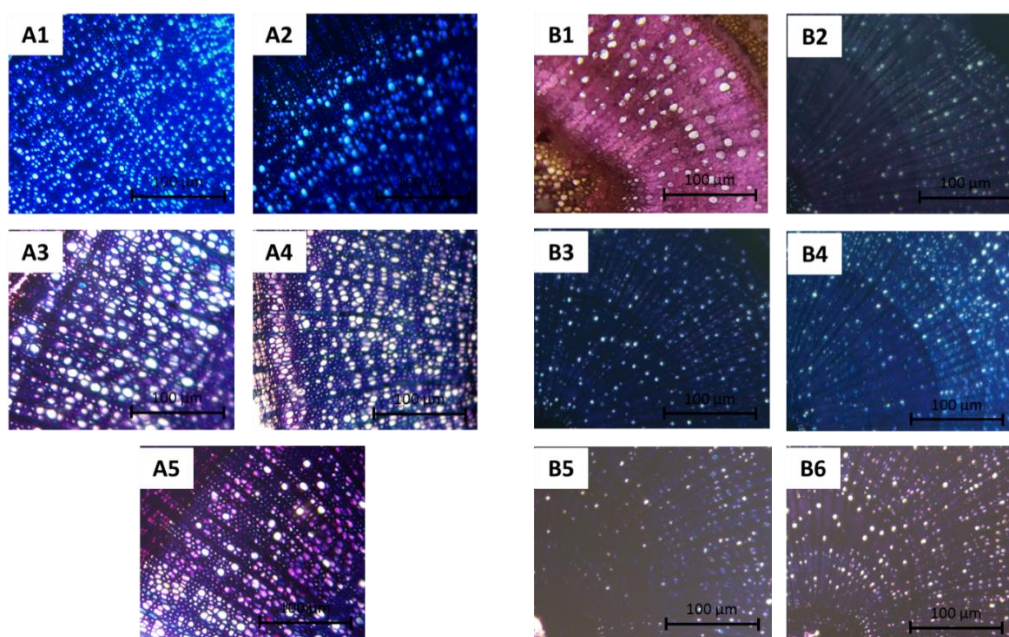
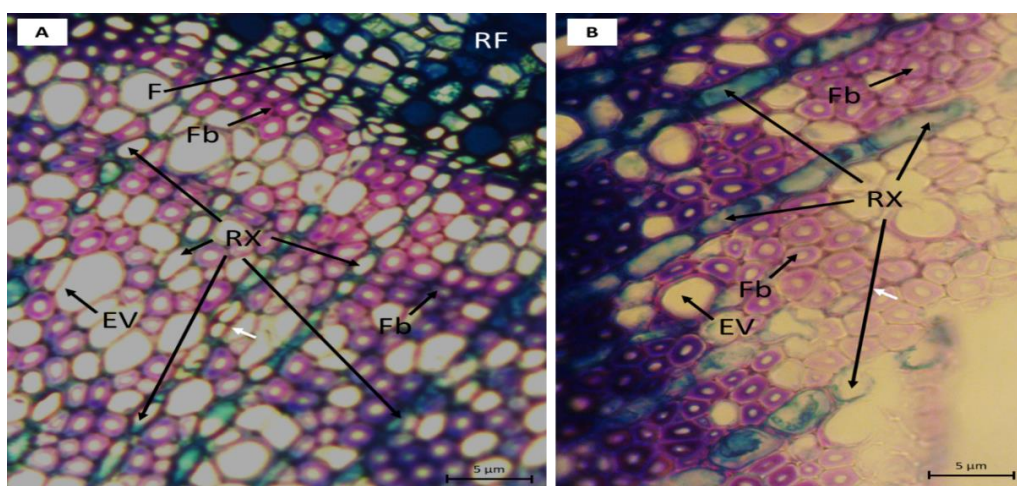
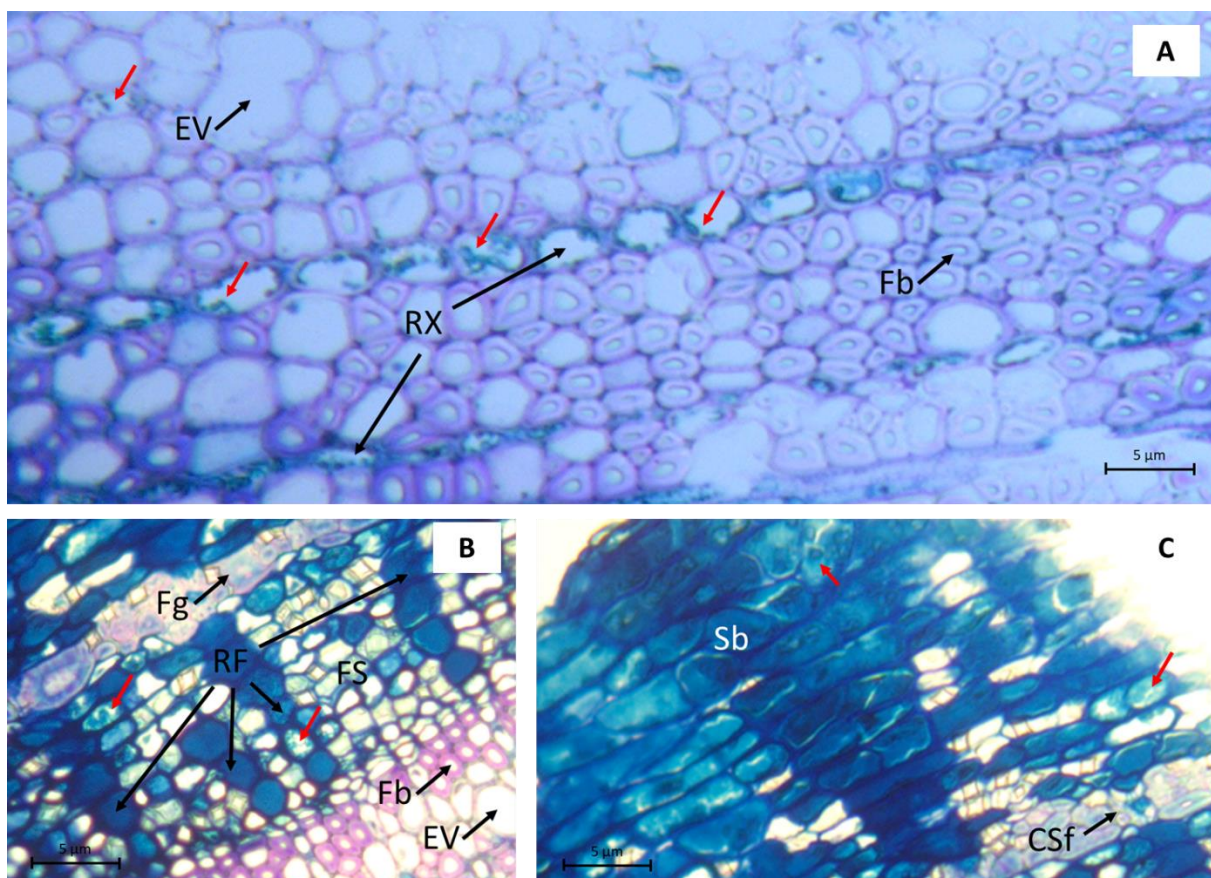


Figura 38 – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* evidenciando as diferenças na organização do xilema secundário entre indivíduos tratados com 1,0 g (A) e 5,0 g (B) de terra de diatomácea (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidos a água de irrigação na condutividade de 10,0 dS m⁻¹. Legenda: EV (elementos de vaso); F (floema); Fb (fibras); RF (raio floemático); RX (raio xilemático). Barras 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



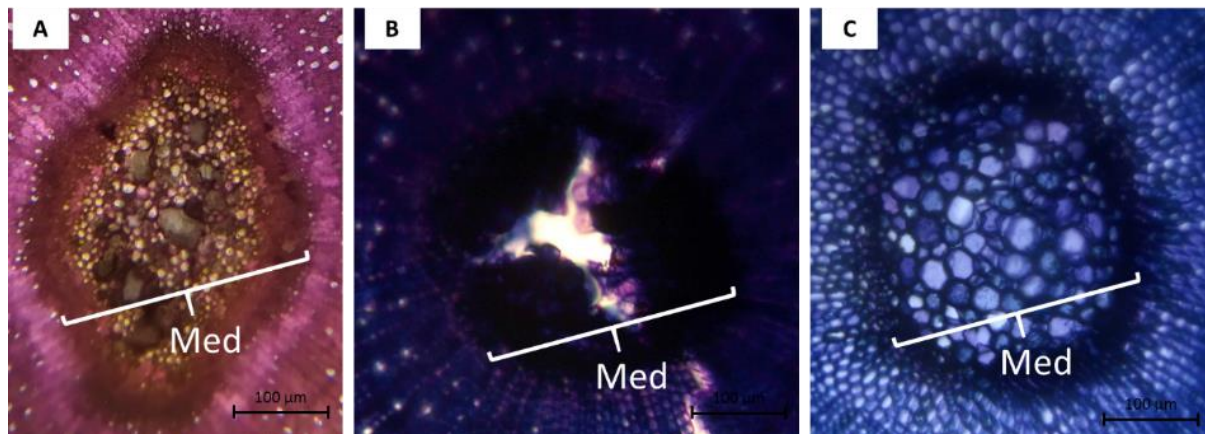
O emprego de terra de diatomácea possibilitou com que não houvesse interrupção no fluxo de água dos raios xilemáticos e degradação de partículas de amido, as quais foram encontradas em grande quantidade nestas estruturas, bem como em alguns elementos de vaso do xilema secundário, nos raios floemáticos e súber (Figura 39).

Figura 39 – Seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* evidenciando grão de amido (setas vermelhas) aderidas às paredes e ao longo de todo o raio xilemático e em algumas células do xilema secundário (A), bem como no raio floemático (B) e súber (C). Legenda: Csf (câmbio suberfelogênico); Ep (epiderme); EV (elementos de vaso); Fb (fibras); Fg (felogênio); FS (floema secundário); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); Sb (súber). Barras 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Plantas tratadas com terra de diatomácea, independente da quantidade e a qual condutividade elétrica foram expostas não sofreram anomalias em suas medulas, algo que foi observado em plantas não tratadas, com a perda de células e degradação de parte do tecido destas (Figura 40).

Figura 40 – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* apresentando as diferenças anatômicas das medulas de indivíduos (A) não tratados e não submetidos a estresse salino; (B) submetidos a estresse salino sem tratamento com terra de diatomácea (fonte de silício) e (C) submetidos a tratamento com prolina seguido de estresse salino. Legenda: Med (medula). Barras 100 μm . UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.



4.3.4 Anatomia de estruturas vegetativas de mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra de prolina

Plantas que receberam prolina apresentaram comportamento anatômico muito semelhante as que receberam terra de diatomácea como fonte de silício. As nervuras centrais dos indivíduos não apresentaram diferenças perceptíveis, sem ocorrência de alterações de desenvolvimento, independente da condutividade elétrica da solução de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}). Porém, foi possível verificar maior número de tricomas nas plantas em maior salinidade (6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}) (Figura 41).

Existem relatos sobre o aumento da densidade de tricomas em estresses ambientais, como seca e salinidade (ABERNETHY et al., 1998; AGUIRRE-MEDINA et al., 2002; DOLATABADIAN et al., 2011). Este aumento no número de tricomas sejam eles glandulares ou não, pode ser mecanismo alternativo para aumentar a tolerância ao estresse salino por meio da excreção de íons por estas estruturas (GUCCI et al., 1997).

Como mencionado anteriormente para plantas que receberam terra de diatomácea, não houveram degradações ou ausência de nenhum dos tecido que constituem essa região da folha, demonstrando a efetividade dos tratamentos em auxiliar no correto desenvolvimento destes.

O uso de prolina garantiu com que todas as plantas tratadas, independente da condutividade elétrica empregada posteriormente, apresentassem limbo foliar devidamente expandido, com desenvolvimento normal do parênquima paliçádico, os qual apresentou tamanho similar para todas as plantas, assim como parênquima esponjoso, o qual foi composto de 4 a 5 camadas de células. A epiderme de folhas de plantas tratadas e em maior salinidade apresentou células com maior tamanho e recobertas por espessa camada de cutina, isto, quando comparadas as plantas tratadas e submetidas a baixa salinidade da água de irrigação (Figura 42).

Figura 41 – Seções transversais das nervuras centrais das folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0,1 g (A, B, C, D e E); 0,2 g (F, G, H, I e J); 0,3 g (K, L, M, N e O); 0,4 g (P, Q, R, S e T) e 0,5 g (U, V, X, Z e Y) de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

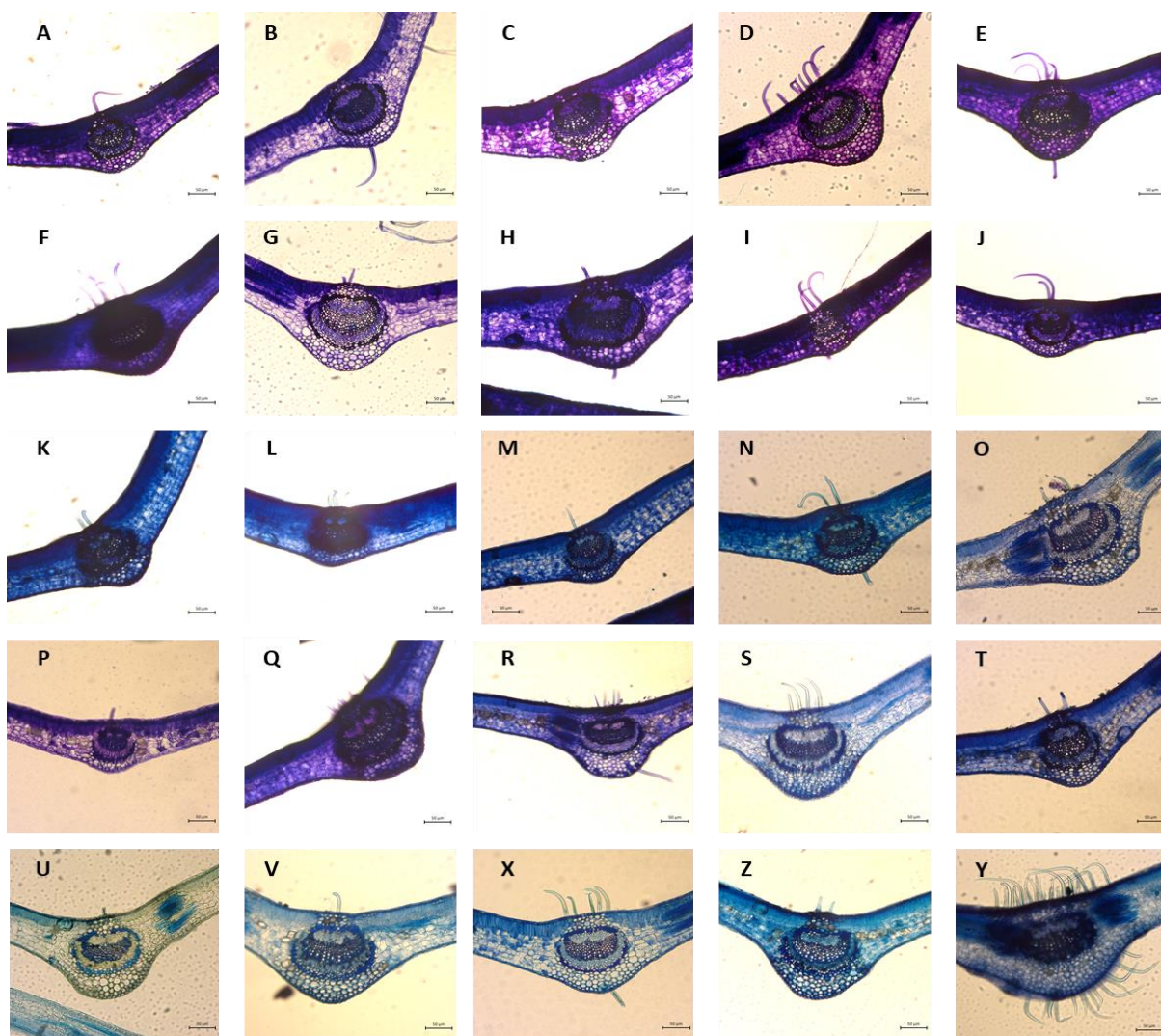
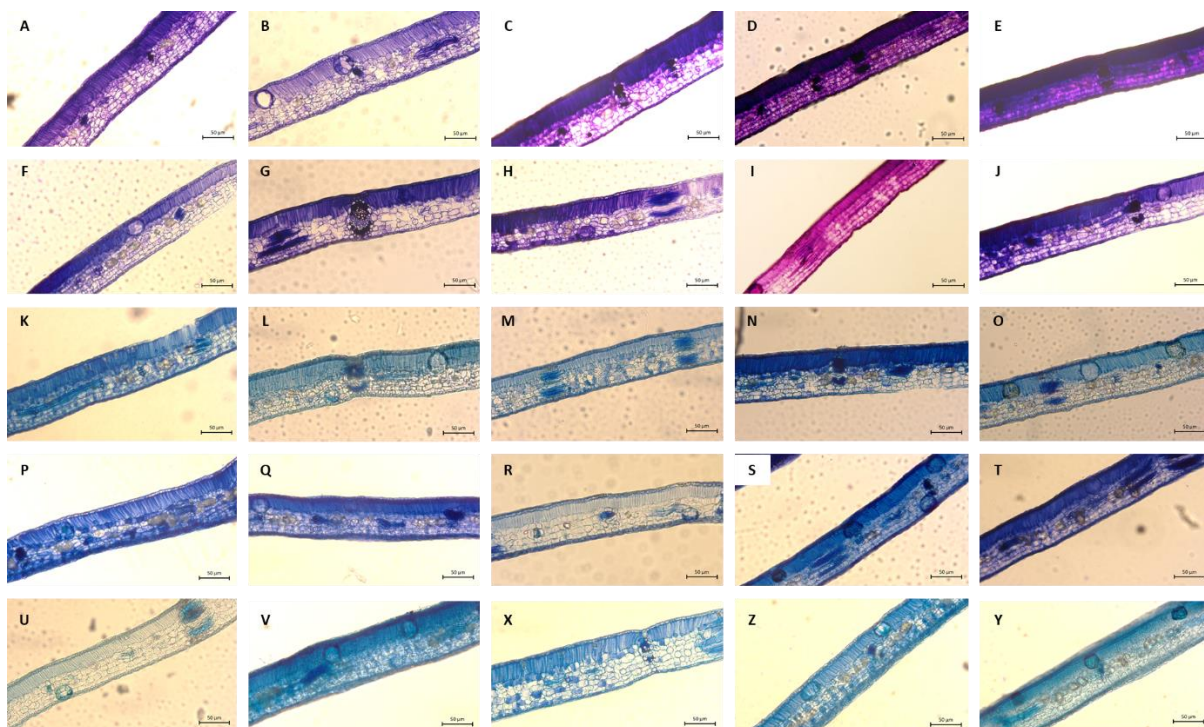


Figura 42 – Seções transversais das lâminas foliares de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0,1 g (A, B, C, D e E); 0,2 g (F, G, H, I e J); 0,3 g (K, L, M, N e O); 0,4 g (P, Q, R, S e T) e 0,5 g (U, V, X, Z e Y) de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

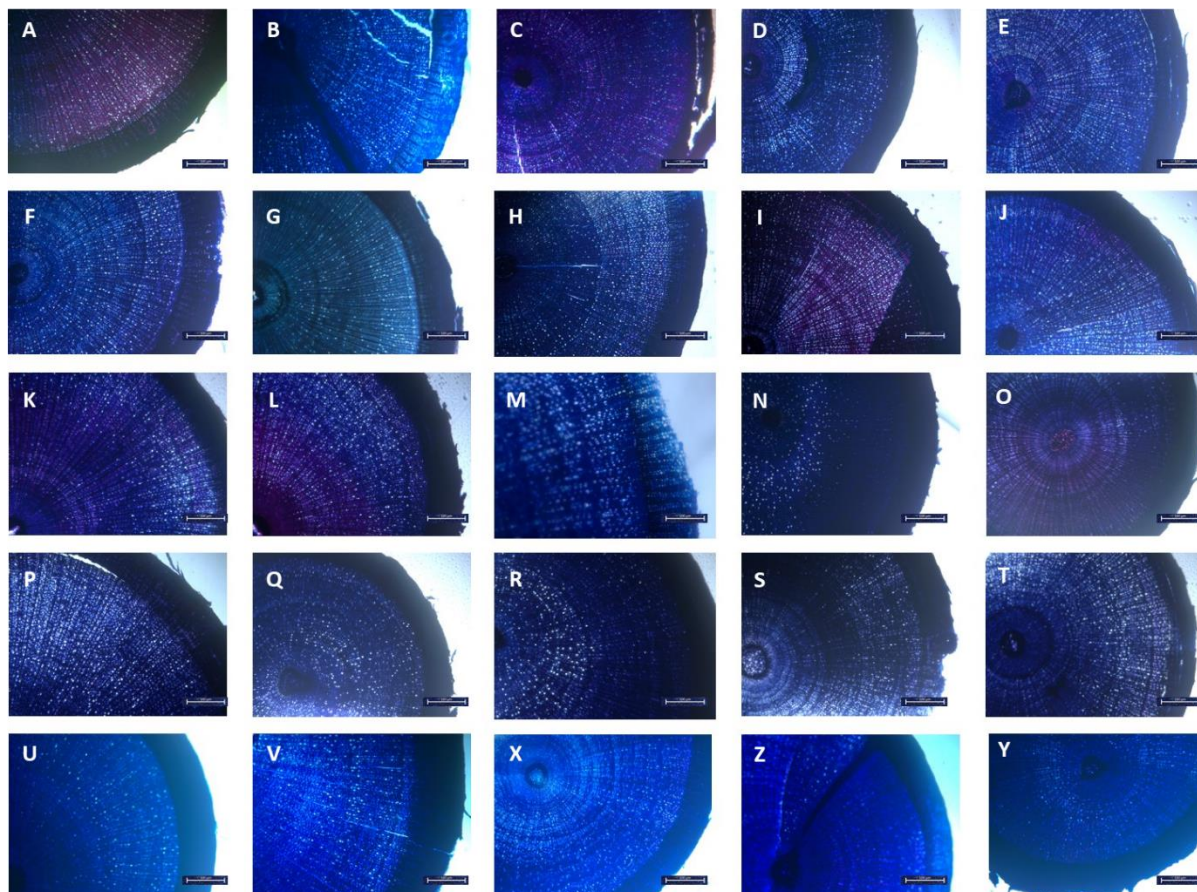


Foi detectado aumento no número de cavidades secretoras subepidérmicas (dispostas no parênquima paliçádico), nas plantas com maiores níveis de salinidade, independentemente da quantidade de terra de diatomácea empregada. Também foi observado, assim como em plantas que receberam terra de diatomácea, número maior de idioblastos contendo em seu interior cristais de oxalato de cálcio no formato de drusas.

Os estômatos encontravam-se funcionais para todas as plantas, sendo que os tratamentos garantiram com que esses permanecessem túrgidos, sem alterações nas células guarda e células companheiras.

Anatomicamente, nos caules, foi observado que indivíduos que receberam prolina em diferentes quantidades, acabaram apresentando raio do caule maiores, com anéis de crescimento possuindo intervalos maiores e mais equidistantes e súber mais espesso, quando comparados as plantas que não receberam tratamento (Figura 43).

Figura 43 – Anatomia comparativa de seções transversais do caule principal de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0,1 g (A, B, C, D e E); 0,2 g (F, G, H, I e J); 0,3 g (K, L, M, N e O); 0,4 g (P, Q, R, S e T) e 0,5 g (U, V, X, Z e Y) de prolina por quilograma de substrato e submetidas a água de irrigação nas condutividades de 2,0 dS m⁻¹ (A, F, K, P e U); 4,0 dS m⁻¹ (B, G, L, Q e V); 6,0 dS m⁻¹ (C, H, M, R e X); 8,0 dS m⁻¹ (D, I, N, S e Z) e 10,0 dS m⁻¹ (E, J, O, T e Y). Barras 100 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Indivíduos que receberam quantidades elevadas de prolina (0,4 e 0,5 g de prolina kg de substrato⁻¹), apresentaram epiderme ligeiramente mais espessa, súber mais desenvolvido e com maior número de camadas de células, bem como raios floemáticos com células e espaçamento entre um e outro maiores, fazendo com que o floema secundário ocupasse uma área maior e com mais camadas de células nestas plantas em relação as que não foram tratadas (Figuras 44 e 45).

A organização do xilema secundário mostrou-se com maior número de elementos de vasos, os quais possuíam maior calibre, quando comparado as plantas que não receberam tratamento e foram apenas submetidas a estresse salino em diferentes níveis. Em plantas tratadas com quantidades elevadas de prolina (0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas as maiores condutividades elétricas da água de irrigação

(8,0 e 10,0 dS m⁻¹), foram observadas quantidade expressiva de fibras no xilema, intercaladas aos elementos de vaso, sendo estas com paredes ligeiramente mais grossas, em relação aos indivíduos nas menores condutividades elétricas (2,0 e 4,0 dS m⁻¹) (Figura 46).

Figura 44 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com prolina e submetida a estresse salino, a qual evidencia grande quantidade de raios floemáticos, floema secundário e súber. Legenda: FS (floema secundário); RF (raio floemático); Rt (ritidoma) e Sb (súber). Barra 50 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

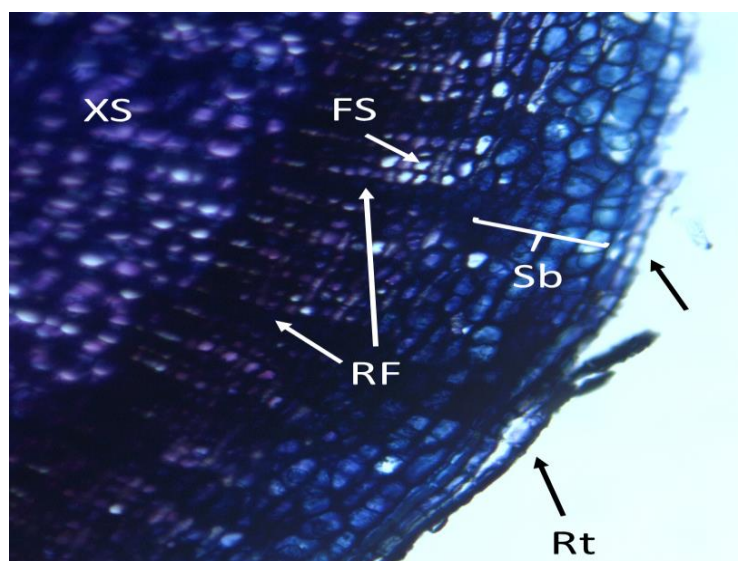


Figura 45 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com 0,5 g de prolina por quilograma de substrato e submetida a condutividade de 10,0 dS m⁻¹ evidenciando a organização estrutural do floema secundário, região do súber, epiderme e câmbio suberfelogênico. Legenda: Csf (câmbio suberfelogênico); Ep (epiderme); FS (floema secundário); RF (raio floemático); Sb (súber). Barras 10 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

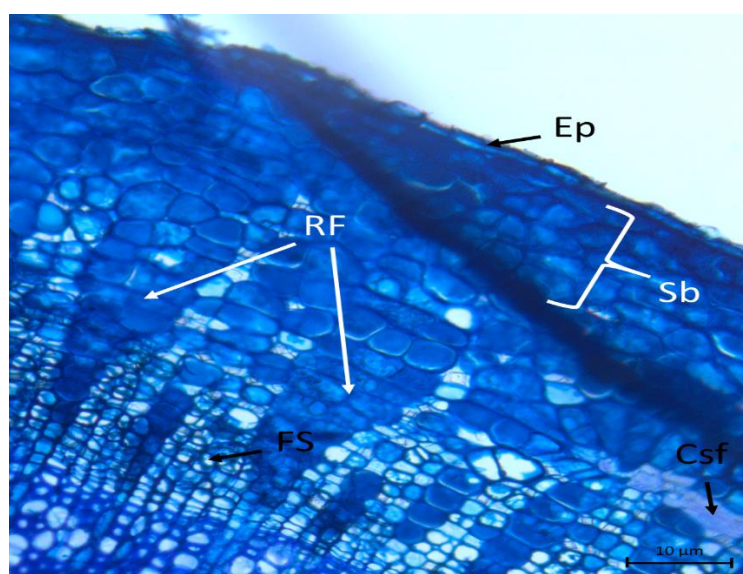
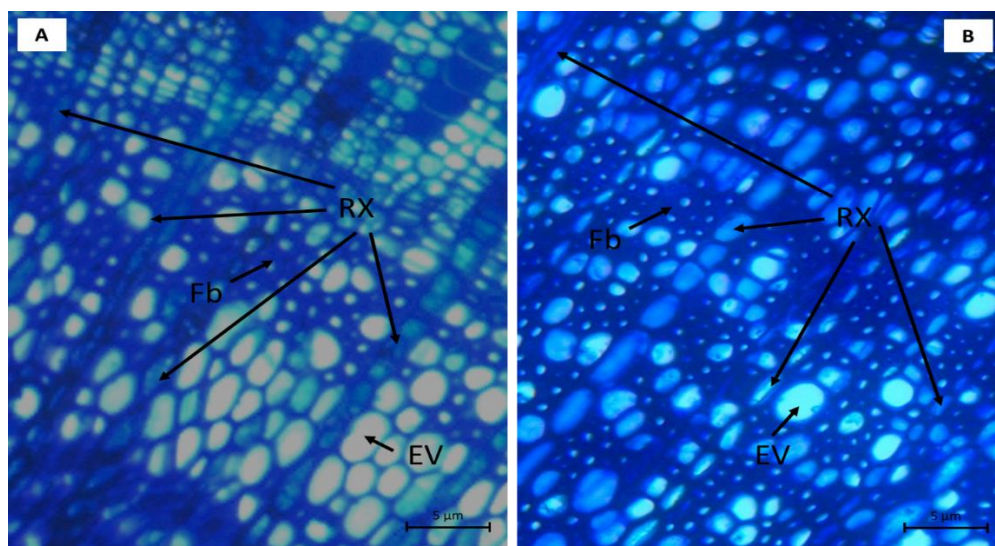


Figura 46 – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* evidenciando as diferenças na organização do xilema secundário entre plantas tratadas com 0,1g (A) e 0,5 g (B) de prolina por quilograma e submetidas a água de irrigação na condutividade de 10,0 dS m⁻¹. Legenda: EV (elementos de vaso); Fb (fibras); RX (raio xilemático). Barras 5 µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



O tratamento com maiores quantidades de prolina possibilitou com que os raios xilemáticos pudessem ter melhor desenvolvimento, com células maiores e de paredes mais espessas (Figura 47).

A utilização de prolina possibilitou com que não houvesse interrupção no fluxo de água dos raios xilemáticos por embolia deste tecido, ocasionado pela presença de NaCl, reduzindo consideravelmente a degradação de partículas de amido, as quais também foram encontradas ao longo destas estruturas, bem como em alguns elementos de vaso do xilema secundário, nos raios floemáticos e súber (Figura 48).

Na região medular, o tratamento com prolina não foi capaz de evitar anomalias em plantas após serem submetidas a condutividades elétricas crescentes, visto que, assim como em plantas não tratadas, houve degradação de parte das células da medula, fazendo com que o tecido não se apresentasse contínuo. Além disso, esta região mostrou diâmetro menor quando comparado as plantas que foram tratadas com terra de diatomácea como fonte de silício (Figura 49).

Figura 47 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com 0,5 g de prolina por quilograma de substrato e submetida a condutividade de 10,0 dS m⁻¹ evidenciando a mudança de coloração, diâmetro dos elementos de vaso e no conteúdo de fibras xilemáticas no último anel de crescimento (*) do xilema secundário e sua transição para o floema secundário. Legenda: FS (floema secundário); XS (xilema secundário); Sb (súber). Barra 50µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

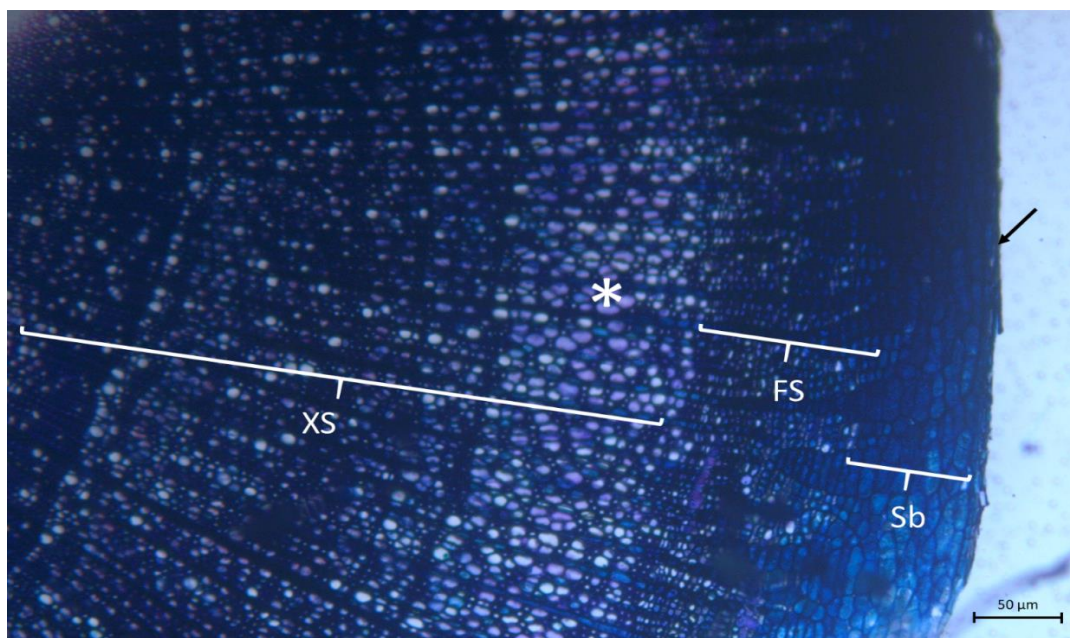


Figura 48 – Seção transversal do caule principal de planta de *Plinia cauliflora* tratada com 0,5 g de prolina por quilograma de substrato e submetida a condutividade de 10,0 dS m⁻¹ evidenciando a organização estrutural do xilema e floema secundário e transição entre ambos, bem como a presença de placas de perfuração xilemática espessadas e presença de grânulos de amido. Legenda: CV (câmbio vascular); FbX (fibras xilemáticas); FS (floema secundário); PPX (placa de perfuração xilemática); RF (raio floemático); RX (raio xilemático); XS (xilema secundário). Barra 5µm. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

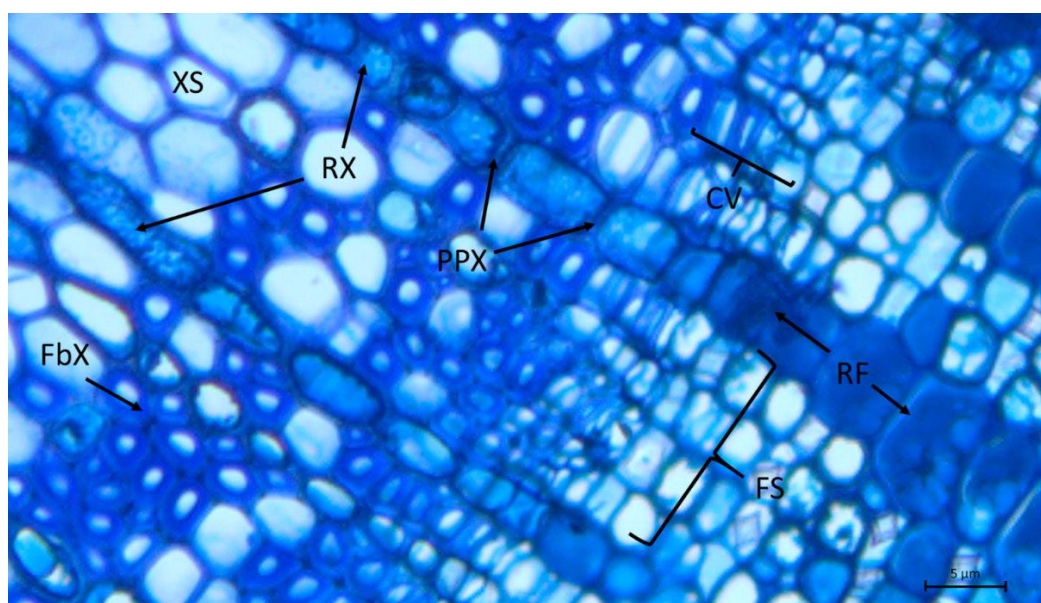
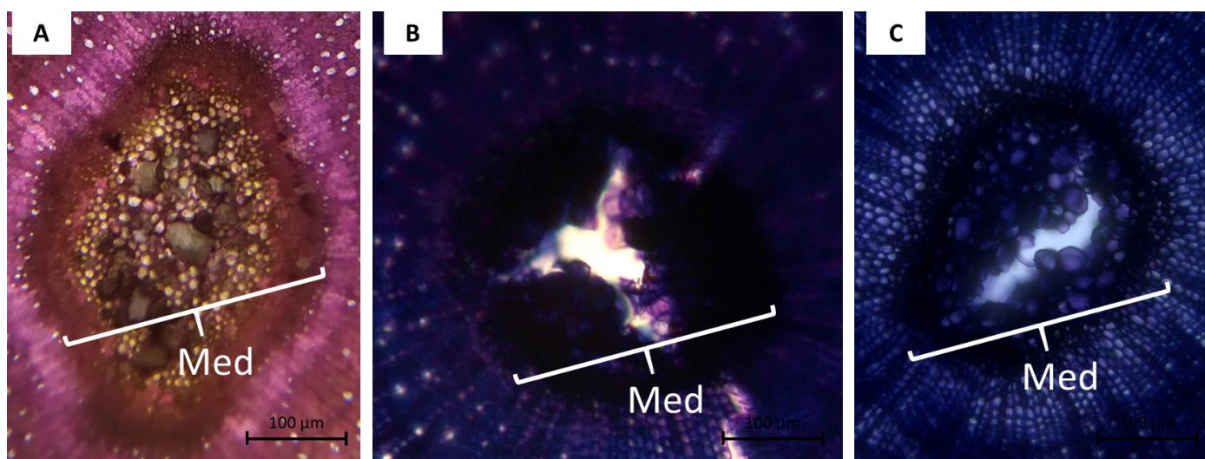


Figura 49 – Seções transversais de caules principais de plantas de *Plinia cauliflora* apresentando as diferenças anatômicas das medulas de indivíduos (A) não tratados e não submetidos ao estresse salino; (B) submetidos ao estresse salino sem tratamento com prolina e (C) submetidos ao tratamento com prolina seguido de estresse salino. Legenda: Med (medula). Barras 100 μ m. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Todas as características descritas para os caules de *Plinia cauliflora* vão de encontro ao que foi observado para plantas de tremoço que receberam aplicação de diferentes níveis de prolina (3,0; 6,0 e 9,0 mM). Nestas plantas houve intensificação nas características anatômicas do caule. A concentração de prolina 6,0 mM foi considerado o mais eficaz; melhorando as características anatômicas do caule, dentre as quais, o diâmetro da seção, espessura do córtex, número de camadas corticais, diâmetro dos vasos do xilema, diâmetro e número de camadas da medula, sendo que a variedade Giza 1 foi mais responsiva ao tratamento com prolina, revelando melhores características anatômicas do que a variedade Gizé 2.

Estas observações sugerem que a prolina exógena pode ser um aliada na recuperação dos efeitos prejudiciais ocasionados pela salinidade do solo sobre a anatomia do caule. Segundo Semida et al. (2014) as melhorias detectadas na anatomia do caule garantem sobrevivência nas plantas em ambientes salinos e oportunizam ao indivíduo melhor translocação dos nutrientes absorvidos em células saudáveis para serem usados em diferentes processos metabólicos, refletindo positivamente em crescimento vigoroso e rendimento satisfatório nas condições adversas do solo.

Na cultura de tecidos *in vitro*, os aminoácidos já vem demonstrando bons resultados na diferenciação de tecidos em espécies da família Myrtaceae, como por exemplo na indução de embriões para *Acca sellowiana* (DAL VESCO e GUERRA,

2001; GUERRA et al., 2013) e *Psidium guajava* (BAJPAI et al., 2016). Para *Plinia peruviana*, a utilização de glutamina por exemplo, na suplementação do meio de cultura fez com que, após 60 dias de cultivo, 81% dos explantes apresentassem calosidades. Sem este aminoácido, 13% das culturas apresentaram massas poliembriogênicas (PEMs), enquanto que nos meios suplementados com 1.000 mg L⁻¹ desse aminoácido, a porcentagem de PEMs foi de 48%. As maiores médias de formação embriões somáticos foram obtidos usando 750 (13%) e 1.000 mg L⁻¹ (33%) de glutamina (SILVEIRA et al., 2020)

Através destes ensaios, fica evidente a hipótese de que o nitrogênio nutriente fundamental para a produção eficiente de PEMs, desempenhando importante papel como substrato respiratório e para síntese de metabólitos (CARLSSON et al., 2017). Além disso, os aminoácidos servem como fontes primárias de formas reduzidas de nitrogênio e são benéficos durante a indução de tecidos (DAL VESCO e GUERRA, 2001; YANG e ZHANG, 2010).

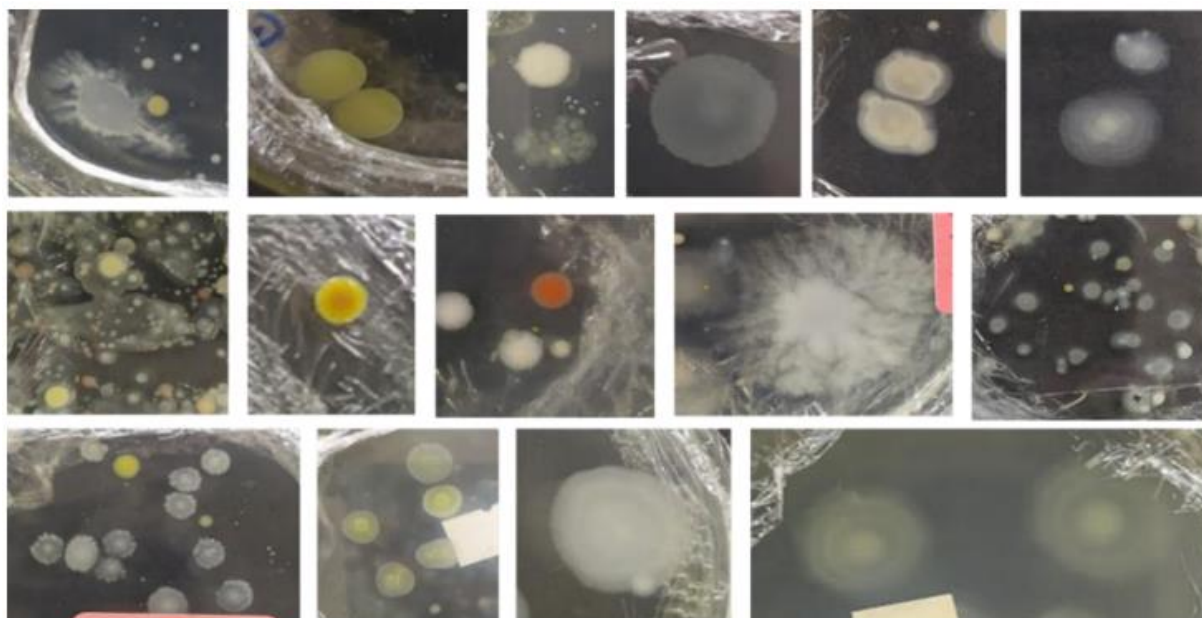
Mesmo que todos estes trabalhos não tenham sido desenvolvidos em condições ambientais de casa de vegetação ou da submissão do tecido/planta em algum tipo de estresse, os resultados obtidos por eles, corroboram para a compreensão dos mecanismos de atuação dos aminoácidos na diferenciação de tecidos de plantas da família Myrtaceae, sendo suficientes para demonstrar o papel e efetividade da utilização destes compostos na melhoria dos processos fisiológicos e de desenvolvimento tecidual das plantas, podendo aplicar-se seus princípios para o que foi observado para plantas de *Plinia cauliflora* nas condições de estresse salino estudadas.

4.4 ANÁLISE DA MICROBIOTA BACTERIANA DO SOLO E DA ÁGUA DE LIXIVIAÇÃO DOS ENSAIOS DE CONSUMO HÍDRICO POR *Plinia cauliflora* TRATADAS COM TERRA DE DIATOMÁCEA (SILÍCIO) OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

4.4.1 - Isolamento das Bactérias do Solo e da Água de Lixiviação.

Tanto em amostras de solo, quanto em alíquotas de águas de lixiviação foram observadas a presença de grande número e diversidade morfológica de colônias bacterianas, seja para as plantas que foram tratadas com terra diatomácea, seja para prolina, em todos os níveis de salinidade, as quais foram detectadas majoritariamente nas diluições de 10^{-1} até 10^{-3} , ocorrendo em alguns casos também foi possível encontrar a formação de colônias nas diluições de 10^{-4} e 10^{-5} (Figura 50).

Figura 50 - Diversidade da microbiota bacteriana presente na água de lixiviação dos ensaios de consumo hídrico por *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra diatomácea (silício) ou prolina e submetidas a diferentes níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Este dado vem de encontro com outros trabalhos que também detectaram diversidade de rizobactérias resistentes (halofílicas) em matrizes salinas, as quais atuam conjuntamente na promoção do crescimento de plantas halófitas em solos salinos (RUPPEL et al., 2013; ORHAN, 2016; SHARMA et al., 2016;

PALACIO-RODRIGUEZ et al., 2017; ETESAMI e BEATTIE, 2018; NUMAN et al., 2018, KEARL et al., 2019)

Além de bactérias na rizosfera, em outros trabalhos foram detectados algumas com capacidade endofítica, as quais estimulariam o crescimento das plantas em condições salinas, incluindo espécies de *Sphingomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter* e *Pantoea*, as quais aumentaram a tolerância ao sal de capim-elefante híbrido (LI et al., 2016) e da alfafa (KEARL et al., 2019).

Estes estímulos ao crescimento das plantas estariam associados a alguns mecanismos específicos desenvolvidos por bactérias halofílicas os quais incluiriam a ligação de íons de Na pelas bactérias, produção de compostos voláteis ou desencadeamento de sinais químicos que estimulariam a expressão de genes para o aumento do crescimento e da fotossíntese na planta hospedeira (MEENA et al., 2017; NUMAN et al., 2018).

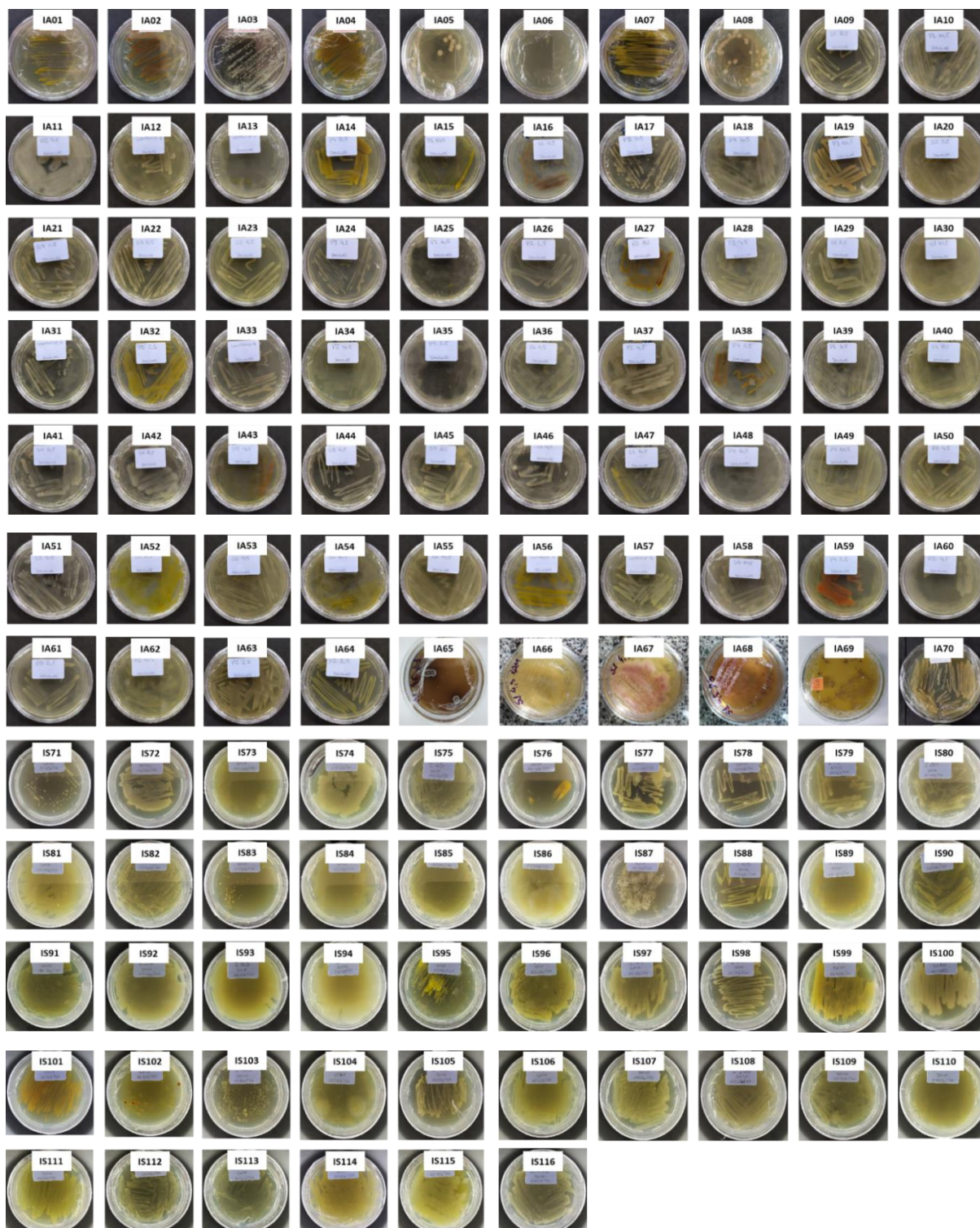
A partir das diluições seriadas e seleção de microrganismos foram obtidos o total de 116 isolados (Figura 51), divididos em dois grupos, sendo um deles os oriundos de água de lixiviação recolhida nos coletores dos lisímetros (70 isolados) e outro grupo de amostras do solo (46 isolados). O primeiro grupo, foi composto por 28 isolados oriundos de plantas tratadas com terra de diatomácea e 27 isolados das tratadas com prolina. Os demais indivíduos correspondem a plantas que não receberam tratamento, sendo ou não submetidas a níveis de salinidade (15 isolados).

O segundo grupo foi subdividido em isolados do solo onde cresceram plantas tratadas com terra de diatomácea (20 isolados) ou prolina (26 isolados).

Do total de isolados (116 isolados), seis foram referentes a ausência de condutividade elétrica (0 dS m⁻¹, representando o controle água destilada), dezoito da condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹; trinta da condutividade de 4,0 dS m⁻¹; dezenove da condutividade elétrica de 6,0 dS m⁻¹; vinte e dois da condutividade elétrica de 8,0 dS m⁻¹ e vinte um da condutividade elétrica de 10,0 dS m⁻¹.

Esta grande quantidade de isolados, distribuídos entre todos os tratamentos e níveis de salinidade (condutividade elétrica da água de irrigação), em águas de lixiviação e no solo, são bastante positivas do ponto de vista de qualidade do solo, isto porque, os microrganismos são seres vivos de importância para as relações tróficas, podendo desenvolver associações positivas com plantas e atuar na ciclagem de nutrientes (SANTOYO et al., 2016).

Figura 51 – Isolados bacterianos obtidos de amostras de solo e água de lixiviação dos ensaios de consumo hídrico por *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra diatomácea (silício) ou prolina e submetidas a diferentes níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Além disso, as bactérias são uma classe de indivíduos que fornecem inúmeros benefícios às plantas hospedeiras, possibilitando a melhoria na absorção de

nutrientes, captação e modulação de fito-hormônios relacionados ao crescimento e ao estresse, auxiliando na tolerância a vários estresses bióticos e abióticos que podem desafiar seu crescimento (MILIUTE et al., 2015; AFZAL et al., 2019). Indiretamente, estes mesmos organismos podem melhorar a saúde das plantas, atacando pragas e patógenos, produzindo enzimas hidrolíticas, limitando os nutrientes para estes organismos e preparando as defesas das plantas (AFZAL et al., 2019).

Assim, a observação desta quantidade e diversidade de indivíduos pode ser ponto chave para explicar e corroborar com os resultados encontrados nos ensaios de crescimento, visto que, por serem potencialmente resistentes ou tolerarem diferentes níveis de salinidade e seus impactos e, por possivelmente liberarem para o meio substâncias metabolicamente ativas como os exopolissacarídeos, visando seu próprio ajustamento osmótico. As bactérias e demais microrganismos encontrados auxiliariam nos resultados benéficos encontrados, sendo muito possível que estas tenham de alguma forma potencializado as ações das substâncias empregadas,

Se detectada a capacidade de colonização endofítica de tecidos vegetais, sem ocasionar danos, estas bactérias poderiam ainda serem isoladas deste e reintroduzidas na cadeia produtiva de mudas frutíferas como bioinoculante, melhorando assim as chances de sobrevivência e manutenção das plantas em ambiente protegido ou a campo sob alta salinidade da água de irrigação.

Quanto aos caracteres morfológicos dos isolados (Tabela 5), no que diz respeito a coloração de Gram, a maioria dos indivíduos, ao serem observados ao microscópio de luz, apresentaram-se como gram-positivas.

Para a cor das colônias, a distribuição dos microrganismos foi com 09 isolados com coloração amarelo ouro; 12 com coloração amarela/ amarelo claro; 17 com coloração branca; 45 com coloração leite; 06 com coloração marrom; 19 com coloração opaca; 02 com coloração preta; 04 com coloração rosa e 02 com coloração vermelha.

Esta variedade de colorações tem relação direta com os pigmentos produzidos por estes indivíduos, os quais são importantes para sua fisiologia celular e sobrevivência, já que são sintetizados, a fim de proteger as células contra danos ocasionados pelo impacto dos raios de luz visível e ultravioleta, por exemplo. Além disso, tais pigmentos podem ser sintetizados como metabólitos secundários, ou como subprodutos metabólicos sintetizados pelos microrganismos em circunstâncias

especiais, sem contar que alguns são constituintes do citoplasma bacteriano (RASHID et al., 2014).

Um bom exemplo de pigmentos comumente produzidos por bactérias são os carotenoides, os quais atuam como agentes antioxidantes que podem proteger contra diferentes espécies reativas de oxigênio, tais como peróxido de hidrogênio, radicais hidroxila e ânions superóxido. Nesta mesma linha de raciocínio, algumas bactérias associadas a plantas sintetizam estes pigmentos como forma de auxiliar na defesa contra os efeitos nocivos de espécies reativas de oxigênio geradas pela clorofila durante a fotossíntese, garantindo proteção contra o dano causado pela radiação UV, especificamente, no comprimento de onda de 320-400 nm. (MOHAMMADI et al., 2012).

Por estes e por outros motivos, os pigmentos bacterianos têm importância medicinal para serem usados como antioxidantes, antimicrobianos, aditivos, intensificadores de cor e anticâncer. Além disso, os pigmentos microbianos são de grande interesse industrial, por serem mais estáveis e solúveis do que aqueles obtidos a partir de plantas e animais e, por serem menos prejudiciais ao meio ambiente (VIKAS et al., 2013).

A capacidade de produzir pigmentos com diferentes variações de cores, é bastante comum em *Agrobacterium aurantiacum*, *Staphylococcus aureus*, *Chromobacterium violaceum*, *Serratia marcescens*, *Bacillus spp*, *Flavobacterium sp* etc, com cores que vão do rosa-vermelho ao amarelo dourado, roxo, vermelho, cremoso e amarelo, respectivamente (KAMLA et al., 2012; USMAN et al., 2017).

Somados a estes pigmentos produzidos pelas bactérias, a absorção de exsudatos bacterianos pelas raízes, funcionaria como agente de resistência e sinalização dos tecidos vegetais, beneficiando seus hospedeiros diretamente, por meio da melhoria na absorção de nutrientes e modulando os fito-hormônios relacionados ao crescimento / estresse (AFZAL et al., 2019), o que pode ser observado através da análise dos gráficos de macro e micronutrientes, onde o emprego dos tratamentos aliados a presença dos microrganismos encontrados, possivelmente possibilitou melhor disponibilização de nutrientes aos tecidos.

Quanto as demais características morfológicas dos isolados bacterianos cultiváveis, para o formato da colônia, 05 isolados foram caracterizados como sendo circular; 05 filamentosos; 93 irregular; 11 puntiforme e 02 radiada. Para a característica

elevação da colônia, 01 isolado foi considerado circular; 06 com elevação convexa; 17 dentro do meio; 04 elevada; 82 plana; 03 pulvinada e 03 umbilicada.

A margem das colônias foi considerada encaracolada para 07 isolados; enrolada para 03 isolados; filamentosa para 02 isolados; inteira para 83 isolados; lobada para 01 isolado e ondulada para 20 isolados.

A textura das colônias foi caracterizada como cremosa/brilhante (17 isolados); cremosa/fosco (72 isolados); filamentosa/fosco (04 isolados); mucosa/brilhante (12 isolados); mucosa/úmida (05 isolados); seca/farinosa (04 isolados) e seca/fosco (02 isolados).

Por fim, em relação a densidade das colônias, 45 isolados foram identificados com densidade opaca; 01 com transparente e 70 com translúcida.

O isolado identificado como I20 apresentou características de levedura, e o I65; I66; I67; I68; I69 e I70, em observação ao microscópio foram identificados como pertencente ao grupo dos actinomicetos.

Tabela 5 – Características morfológicas dos isolados bacterianos obtidos de amostras de solo e água de lixiviação dos ensaios de consumo hídrico por *Plinia cauliflora* tratadas com quantidades variáveis de terra diatomácea (silício) ou prolina e submetidas aos diferentes níveis de estresse salino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

ISO-LADO	COLORAÇÃO GRAM	COR DA COLÔNIA	FORMA DA COLÔNIA	ELEVAÇÃO DA COLÔNIA	MARGEM DA COLÔNIA	TEXTURA DA COLÔNIA	DENSIDADE DA COLÔNIA
IA01	Positiva	Amarelo ouro	Puntiforme	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA02	Positiva	Marrom	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA03	Positiva	Branca	Puntiforme	Convexa	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA04	Positiva	Marrom	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA05	Negativa	Leite	Circular	Umbiculada	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IA06	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ úmida	Transparente
IA07	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA08	Positiva	Leite	Circular	Umbiculada	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IA09	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IA10	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA11	Positiva	Branca	Irregular	Dentro do meio	Encaracolada	Filamentosa / fosco	Opaca
IA12	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosca	Opaca
IA13	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Dentro do meio	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IA14	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosca	Opaca
IA15	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IA16	Positiva	Marrom	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA17	Positiva	Leite	Puntiforme	Convexa	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA18	Positiva	Leite	Filamentosa	Dentro do meio	Ondulada	Cremosa/ fosco	Opaca
IA19	Positiva	Rosa	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA20	-----	Leite	Filamentosa	Dentro do meio	Filamentosa	Filamentosa/ fosco	Translúcida

IA21	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA22	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA23	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA24	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA25	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IA26	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA27	Positiva	Marrom	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA28	Positiva	Leite	Irregular	Dentro do meio	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA29	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA30	Negativa	Leite	Filamentosa	Dentro do meio	Ondulada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA31	Negativa	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IA32	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IA33	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA34	Positiva	Leite	Irregular	Dentro do meio	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA35	Positiva	Opaca	Irregular	Dentro do meio	Ondulada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA36	Positiva	Opaca	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA37	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Opaca
IA38	Positiva	Marrom	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA39	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA40	Negativa	Opaca	Irregular	Dentro do meio	Encaracolada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA41	Negativa	Branca	Irregular	Plana	Enrolada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA42	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Enrolada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA43	Positiva	Vermelha	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA44	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA45	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA46	Negativa	Branca	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Opaca
IA47	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IA48	Positiva	Opaca	Irregular	Dentro do meio	Ondulada	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IA49	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA50	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA51	Positiva	Branca	Puntiforme	Circular	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA52	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Ondulada	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IA53	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA54	Negativa	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IA55	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Encaracolada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA56	Positiva	Amarelo ouro	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IA57	Positiva	Amarelo claro	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA58	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Encaracolada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA59	Positiva	Vermelha	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IA60	Negativa	Branca	Irregular	Plana	Ondulada	Mucosa/ fosco	Translúcida
IA61	Negativa	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA62	Negativa	Opaca	Irregular	Dentro do meio	Ondulada	Mucosa/ fosco	Translúcida
IA63	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA64	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IA65	Positiva	Preta	Radiada	Pulvinada	Ondulada	Seca/ farinosa	Opaca
IA66	Positiva	Opaca	Puntiforme	Elevada	Inteira	Seca/ fosco	Translúcida
IA67	Positiva	Rosa	Circular	Pulvinada	Encaracolada	Seca/ farinosa	Opaca
IA68	Positiva	Rosa	Circular	Pulvinada	Encaracolada	Seca/ farinosa	Opaca
IA69	Positiva	Preta	Radiada	Convexa	Inteira	Seca/ farinosa	Opaca
IA70	Positiva	Rosa	Puntiforme	Plana	Inteira	Seca/ fosco	Translúcida
IS71	Negativa	Leite	Puntiforme	Elevada	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IS72	Negativa	Leite	Puntiforme	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS73	Positiva	Opaca	Irregular	Dentro do meio	Enrolada	Mucosa/ fosco	Translúcida
IS74	Positiva	Leite	Irregular	Elevada	Ondulada	Cremosa/ fosco	Opaca
IS75	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida

IS76	Positiva	Amarela	Irregular	Umbiculada	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IS77	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Lobada	Cremosa/ brilhante	Opaca
IS78	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS79	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IS80	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IS81	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS82	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS83	Positiva	Leite	Puntiforme	Elevada	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IS84	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Ondulada	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IS85	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IS86	Positiva	Leite	Filamentosa	Dentro do meio	Encaracolada	Filamentosa/ fosco	Translúcida
IS87	Positiva	Branca	Puntiforme	Convexa	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IS88	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ brilhante	Opaca
IS89	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS90	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS91	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ brilhante	Translúcida
IS92	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS93	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Opaca
IS94	Positiva	Leite	Irregular	Dentro do meio	Ondulada	Mucosa/ brilhante	Opaca
IS95	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IS96	Positiva	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS97	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS98	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IS99	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Translúcida
IS100	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Ondulada	Cremosa/ fosco	Opaca
IS101	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IS102	Positiva	Marrom	Circular	Convexa	Inteira	Mucosa/ úmida	Opaca
IS103	Positiva	Branca	Puntiforme	Convexa	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IS104	Positiva	Opaca	Filamentosa	Dentro do meio	Filamentosa	Filamentosa/ fosca	Translúcida
IS105	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/brilhante	Translúcida
IS106	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS107	Positiva	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS108	Positiva	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IS109	Positiva	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Mucosa/ úmida	Translúcida
IS110	Positiva	Opaca	Irregular	Dentro do meio	Inteira	Mucosa/ úmida	Translúcida
IS111	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ brilhante	Opaca
IS112	Negativa	Leite	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS113	Negativa	Opaca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida
IS114	Positiva	Amarela	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Opaca
IS115	Positiva	Amarela	Irregular	Dentro do meio	Ondulada	Mucosa/ úmida	Opaca
IS116	Positiva	Branca	Irregular	Plana	Inteira	Cremosa/ fosco	Translúcida

4.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Plinia cauliflora* CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO, TRATADAS COM QUANTIDADES VARIÁVEIS DE TERRA DIATOMÁCEA OU PROLINA E SUBMETIDAS AOS NÍVEIS DE ESTRESSE SALINO.

Os dados referentes a porcentagem de sobrevivência dos indivíduos tratados com terra de diatomácea ou prolina e submetidos ao estresse salino encontram-se expressos nas Tabelas 6 e 7.

Diante da ausência de homogeneidade e normalidade dos dados, em ambos os tratamentos, mesmo após tentativa de transformação destes, os resultados foram submetidos a análise não paramétrica, sendo comparados através do Teste de Friedman.

Tabela 6 – Sobrevivência (%) de mudas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade, tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra diatomácea kg de substrato⁻¹ e submetidas a estresse salino empregando soluções de NaCl nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e água destilada (controle). Dados referentes a plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	0 g kg substrato ⁻¹	1,0 g kg substrato ⁻¹	2,0 g kg substrato ⁻¹	3,0 g kg substrato ⁻¹	4,0 g kg substrato ⁻¹	5,0 g kg substrato ⁻¹
0 dS m ⁻¹	100 a	74,9 a	25 a	66,6 a	41,6 a	66,6 a
2,0 dS m ⁻¹	33,3 b	33,3 b	0 b	8,33 cd	8,3 a	16,6 bc
4,0 dS m ⁻¹	25 bc	16,6 bc	0 b	33,3 ab	8,3 a	0 c
6,0 dS m ⁻¹	16,6 bc	8,33 c	0 b	0 d	0 a	16,6 bc
8,0 dS m ⁻¹	0 c	33,3 b	0 b	41,6 ab	16,6 a	58,3 ab
10,0 dS m ⁻¹	0 c	16,6 bc	16,6 a	25 bc	8,3 a	66,6 a

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Friedman ($\alpha=0,05$).

Tabela 7 – Sobrevivência (%) de mudas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade, tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 g de prolina kg de substrato⁻¹ e submetidas a estresse salino empregando soluções de NaCl nas condutividades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e água destilada (controle). Dados referentes a plantas com 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	0 g kg substrato ⁻¹	0,1 g kg substrato ⁻¹	0,2 g kg substrato ⁻¹	0,3 g kg substrato ⁻¹	0,4 g kg substrato ⁻¹	0,5 g kg substrato ⁻¹
0 dS m ⁻¹	100 a	33,3 bc	50 ab	50 a	41,6 ab	25 a
2,0 dS m ⁻¹	33,3 b	83,3 a	66,6 a	25 ab	41,6 ab	50 a
4,0 dS m ⁻¹	25 bc	41,6 ab	33,3 bc	50 a	66,6 a	25 a
6,0 dS m ⁻¹	16,6 bc	41,6 ab	25 bc	50 a	8,3 c	33,3 a
8,0 dS m ⁻¹	0 c	8,3 c	16,6 c	0 b	0 c	16,6 a
10,0 dS m ⁻¹	0 c	8,3 c	16,6 c	8,3 b	0 c	33,3 a

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Friedman ($\alpha=0,05$).

No contexto geral, pode-se observar os efeitos negativos do aumento gradual da condutividade elétrica das soluções na taxa de sobrevivência das mudas jovens de *Plinia cauliflora* que não foram tratadas com terra diatomácea ou prolina (Tabelas 6 e 7), caindo de 100% (0 dS m⁻¹) para 33,3; 25 e 16,6% nas condutividades de 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹, respectivamente, e houve morte de todos os indivíduos nas condutividades de 8,0 e 10,0 dS. m⁻¹.

Para plantas que foram tratadas com doses de terra diatomácea, mas que não foram submetidas ao estresse salino, com utilização de 1,0 g kg de substrato⁻¹, a sobrevivência caiu para 74,9%, chegando a 25; 66,6; 41,6 e 66,6% para as quantidades de 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹, respectivamente.

Ao serem submetidas a salinidade, foi possível verificar que todos os tratamentos foram responsivos em altas condutividades (8,0 e 10,0 dS m⁻¹), exibindo maiores porcentagens de sobrevivência, principalmente, quando da utilização de 5,0 g de terra diatomácea kg de substrato⁻¹, com valores de 58,3 e 66,6%, respectivamente (Tabela 6).

Em plantas que receberam prolina e não foram submetidas ao estresse salino, a sobrevivência foi de 33,3; 50; 50; 41,66 e 25% para as quantidades de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5 g de prolina kg de substrato⁻¹, respectivamente.

Quando as plantas tratadas foram submetidas ao estresse salino observou-se declínio na taxa de sobrevivência conforme a condutividade elétrica da

solução aumentava, sendo que os tratamentos responderam melhor em condutividades mais baixas. Porém vale destacar o tratamento de 0,5 g de prolina kg de substrato⁻¹, o qual no maior nível de estresse (10,0 dS m⁻¹) apresentou a maior taxa de sobrevivência para este (Tabela 7)

As maiores taxas de sobrevivência entre plantas tratadas com prolina e submetidas ao estresse salino foram obtidas com a utilização de 0,2 e 0,4 g de prolina kg de substrato⁻¹ (ambos com 66,6%), nas condutividades de 2,0 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente.

Estes comportamentos pode estar associado ao potencial osmorregulador da terra de diatomácea e prolina. Porém, vale salientar, que ambos atuaram de forma inversa um ao outro, já que a terra de diatomácea como fonte de silício, independente da quantidade, foi mais efetiva em maiores condutividades elétricas, diferente da prolina, que atuou melhor em menores condutividades.

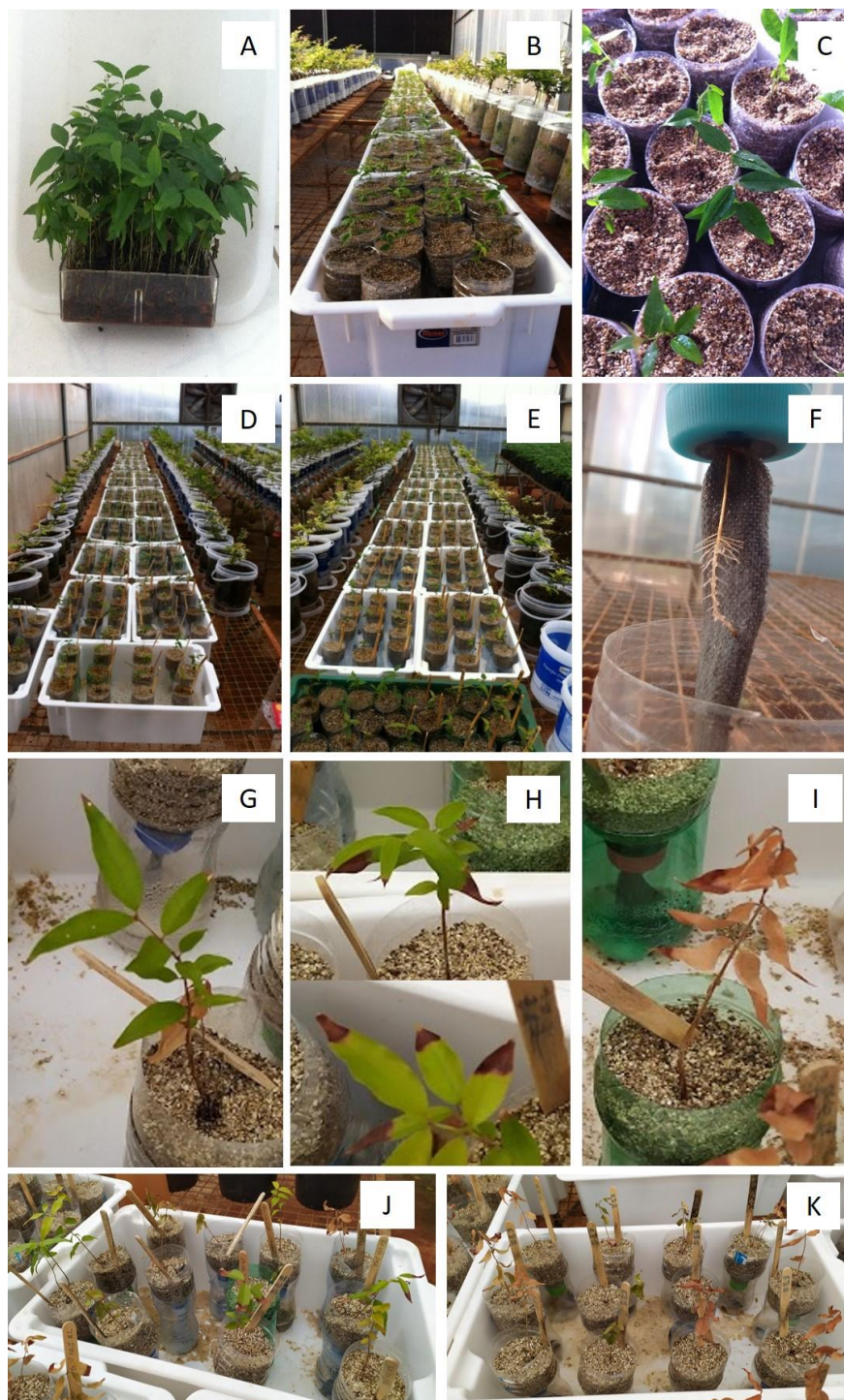
Visualmente foi possível observar que as plantas, após passarem pelo período de aclimatização, começaram a exibir expansão do sistema radicular, o qual em muitos casos ultrapassou o substrato indo ao encontro da solução salina na parte inferior dos sistemas (Figura 52 F).

Os sintomas visuais decorrentes da salinidade começaram a mostrar-se de forma pronunciada somente após 30 dias do início da aplicação dos tratamentos, principalmente nas plantas que não receberam tratamento com terra diatomácea e prolina, onde o ápice foliar passou a exibir regiões de necrose tecidual, os quais foram evoluindo ao longo do tempo, aliados a perda de turgor dos tecidos até atingir o seu ápice com a morte das plântulas (Figura 52 H, I e J).

Uma explicação para tal sintomatologia pode estar relacionada a idade dos tecidos vegetais, os quais eram novos, já que se tratavam de mudas com poucos centímetros e número limitado de folhas, além da possível incapacidade das plântulas de extravasarem do tecido celular os íons sódio acumulados, os quais tendem a aumentar conforme a condutividade e tempo de exposição também aumentam.

Além disso, vale inferir que a competição do sódio com outros íons (principalmente K⁺ e Ca²⁺), os quais seriam de suma importância no desenvolvimento e na manutenção fisiológica das plantas, possivelmente interfeririam de forma direta nestes processos.

Figura 52 – Desenvolvimento de mudas de *Plinia cauliflora* em sistema hidropônico em estresse salino. (A) Plântulas matriz, (B e C) Plântulas em aclimatação, (D) Tratamento silício após 30 dias, (E) Tratamento prolina após 30 dias, (F) Emissão do sistema radicular em direção a solução hidropônica, (G) Efeito positivo dos tratamentos (H) Plântulas exibindo sintomas iniciais do estresse salino, (I) Efeito negativo do estresse salino, (J) Plântulas com sintomas moderados do estresse salino, (K) Plântulas com sintomas em estágio avançado. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Outro ponto importante é que o estresse seria capaz de gerar espécies reativas as oxigênio, as quais poderiam realizar a peroxidação de tecidos, visto que

os aparatos enzimáticos, por estarem sobrecarregados na eliminação destes radicais, em estágios mais avançados poderiam entrar em colapso e deixar de funcionar de forma adequada conforme já citado no referencial teórico.

Existe também o fato de que o aumento gradativo da concentração de sais na solução seria responsável por uma acentuada redução do potencial osmótico (Ψ_s) e, conseqüentemente do potencial hídrico (Ψ_w). Como a absorção de água é dependente de uma diferença no gradiente de Ψ_w , no qual poderiam atingir nível em que as raízes das plantas não dispusessem de gradiente de Ψ_w suficiente para absorver a água no sistema, mesmo ela estando disponível, ou seja, a redução desses fatores seria condição limitante (PEREIRA, 2012).

A redução do Ψ_w apresenta-se, em primeira instância, como consequência da redução do Ψ_s da solução do solo. Entretanto, esse comportamento também pode estar atrelado ao ajuste osmótico, como estratégia adaptativa das plantas que possibilita a hidratação dos tecidos vegetais. Dessa forma, retarda os processos deletérios causados pelo déficit hídrico, em função do aumento da concentração osmótica da solução do solo (PEREIRA, 2012).

A redução do potencial hídrico poderia ser uma das causas do declínio no crescimento e mortalidade das plantas, ou seja, segundo o modelo desenvolvido por Munns (1993), que incorpora a resposta do crescimento da planta em duas fases à salinidade. O crescimento é inicialmente reduzido pela diminuição no Ψ_w do substrato (efeito do estresse osmótico) e, posteriormente, efeito específico do acúmulo de íons aparece como lesão nas folhas velhas, que morrem por causa de um aumento rápido de sal em paredes celulares ou citoplasma, quando o vacúolo já não pode compartimentalizar os sais absorvidos.

Segundo Munns e Tester (2008), o mecanismo que regula o crescimento da folha e desenvolvimento da parte aérea em estresse não é conhecido com precisão, mas a redução no crescimento da folha deve ser regulada por sinais de longa distância em forma de hormônios, como ácido abscísico ou os seus precursores.

A ausência de manutenção do teor relativo de água por fechamento estomático, buscando evitar sua perda, associada ao aumento do Ψ_w , sugere que talvez a partir de determinado momento o ajuste osmótico deixou de ocorrer em todas as plantas. Em ambientes salinos, a planta precisa manter o Ψ_w intracelular abaixo do Ψ_w do substrato, para permitir que as células absorvam a água necessária à continuidade do crescimento (MØLLER e TESTER, 2007), o que pode ter deixado de

acontecer, ao ponto que mesmo a água estando disponível no meio, esta deixou de ser absorvida, ocasionando o efeito de seca fisiológica nas plantas.

Vale lembrar que o ajuste osmótico é o processo utilizado pelas plantas para diminuir o potencial hídrico ao patamar menor do que o do solo, com a finalidade de viabilizar a absorção de água, favorecendo a manutenção do turgor. Isto ocorre através do aumento do teor de solutos orgânicos e inorgânicos no interior da planta (WILLADINO e CAMARA, 2010), o que, ao que tudo indica, em determinado momento já não acontecia de forma eficiente em decorrência do excesso de sais no meio extracelular e colapso dos mecanismos fisiológicos.

Assim, o decréscimo na turgescência dos tecidos pode ter sido o agente causal do decréscimo na taxa de crescimento, culminando inclusive na morte das plantas, visto que pequenas diminuições no conteúdo de água e na turgescência levaram as plantas ao quadro de morte celular programada, por colapso de seus sistemas biológicos (ECHER et al., 2010).

5 CONCLUSÕES

A salinidade reduziu a porcentagem de sementes germinadas, a velocidade de germinação e aumentou o tempo médio de germinação de *Plinia cauliflora*.

A utilização de terra de diatomácea e prolina não foram eficientes em reduzir os efeitos dos diferentes níveis de salinidade na germinação de sementes da espécie. Porém possibilitaram o bom desenvolvimento das plântulas oriundas deste processo.

Em mudas, o aumento gradativo da condutividade elétrica afetaram negativamente todas as variáveis de crescimento, além de reduzirem os teores de clorofila a, b e total e evapotranspiração.

O tratamento com terra de diatomácea foi mais eficiente em minimizar os efeitos da salinidade, com quantidades intermediárias de 3,0 g kg de substrato⁻¹, para todas as variáveis de crescimento, enquanto que a prolina não apresentou diferenças significativas entre as quantidades empregadas para grande parte das variáveis de crescimento, tendo efeito positivo apenas para altura da copa e total, aos 30 dias; diâmetro do caule, número de brotações e folhas, aos 30 e 90 dias; e diâmetro do colo, densidade do sistema radicular, massa da matéria fresca e seca do caule, aos 90 dias, com a quantidade de 0,3 g kg de substrato⁻¹.

Quanto o teor de macro e micronutrientes, plantas que receberam terra de diatomácea e prolina apresentaram valores mais elevados quando comparados as plantas que foram apenas submetidas ao estresse salino, mantendo elevados até os 60 dias após o início do estresse.

Terra de diatomácea e prolina foram eficientes em reduzir os impactos gerados pelo estresse salino na morfoanatomia de folhas e caules de *Plinia cauliflora*.

O uso de terra de diatomácea e prolina garantiram condições para a manutenção da qualidade do solo, a qual foi caracterizada pela presença de microbiota bacteriana tanto na água de lixiviação quanto em amostras do solo.

Maiores quantidades de terra de diatomácea (4,0 e 5,0 g kg⁻¹) e prolina (0,4 e 0,5 g kg⁻¹) foram mais eficientes em garantir a sobrevivência de mudas jovens de *P. cauliflora* em sistema hidropônico por capilaridade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todos os resultados obtidos, descritos e discutidos ao longo desta tese foi possível verificar que as hipóteses se confirmaram, visto que o aumento gradual da salinidade afetou os processos ecofisiológicos em sementes e mudas de *Plinia cauliflora* e que apenas a utilização de terra de diatomácea, foram verdadeiramente eficientes em melhorar ou aliviar, mesmo que discretamente, as pressões exercidas por esse tipo de estresse, visto que para a prolina grande parte das variáveis não apresentaram diferenças significativas entre as quantidades.

As metodologias empregadas foram eficientes para a obtenção dos resultados, os quais são inéditos para a espécie e abrem precedentes para que outros estudos como o aqui realizado, sejam replicados para outras fruteiras nativas da família Myrtaceae.

Através do ensaio de hidroponia por capilaridade foi possível também demonstrar uma nova alternativa de produção de mudas para a espécie, visto que não há relatos sobre tal na literatura sobre tal, sugerindo-se replicar os mesmos procedimentos com a utilização de diferentes forças da solução de hidroponia ou até mesmo verificar o efeito de outros sais, como o KCl, por exemplo, abrindo assim novas perspectivas para estudos fisiológicos e nutricionais da espécie e suas coirmãs da mesma família.

Todos os relatos gerados nesta tese, os quais foram embazados massivamente na literatura geral disponível, são de extrema importância para entender o comportamento da espécie, e servem para difundir a produção, conservação e disseminação da espécie e responder uma lacuna que encontrava-se em aberto, ou seja, se seria possível garantir a sobrevivência da espécie em ambientes desfavoráveis, dado as suas inúmeras aplicabilidades.

Tendo em vista que a resposta foi positiva, mesmo a espécie não sendo acumuladora de íons sódio, abrem-se a possibilidade de novos estudos, com a utilização de outros aminoácidos, agentes osmoprotetores e íons de interesse, bem como abre precedentes para novas etapas de estudo, como a compreensão dos mecanismos a nível genéticos e moleculares envolvidos no estresse para *P. cauliflora*.

Além disso, os resultados aqui obtidos, demonstram a potencialidade de utilização da espécie, juntamente com os agentes mitigadores aqui estudados, na recuperação ou repovoamento de áreas que foram degradadas por agricultura intensiva,

ou até mesmo para o cultivo desta em regiões com características de solo diferentes das encontradas em seu ambiente de origem, como por exemplo em áreas costeiras.

A confirmação da presença de inúmeras bactérias nos solos que foram tratados com terra de diatomácea e prolina, mesmo após a exposição a níveis elevados de salinidade, demonstram ainda a capacidade destes em melhorar a qualidade do solo e o ambiente rizosférico, abrindo novas vertentes de estudo, como a reintrodução destes microorganismo após sua aclimatação nas condições estudadas, em novos ambientes sob estresse, e como estes se comportaria e se seus mecanismos fisiológicos e de produção de exopolissacarídeos seriam preservados, e de que forma poderiam auxiliar no desenvolvimento de plantas sob tais características.

Assim, o presente estudo trouxe a luz da ciência novos conhecimentos relacionados a ecofisiologia da espécie, explicando mecanismos ainda não descritos para a espécie, colocando esta em posição de destaque e evidenciando seu papel, resiliência e plasticidade dentro na flora brasileira.

REFERÊNCIAS

- ABDELHAMID, M.T., RADY, M.M., OSMAN, A.S., ABDALLA, M.A. Exogenous application of proline alleviates salt-induced oxidative stress in *Phaseolus vulgaris* L. plants. **J. Hortic. Sci. Biotechnol.** 88 (4), 439–446, 2013.
- ABERNETHY, G. A.; FOUNTAIN, D. W.; MCMANUS, M. T. Observations on the leaf anatomy of *Festuca novae-zelandiae* and biochemical responses to a water deficit. **N Z J Bot**, 36:113-123, 1998.
- ACOSTA-MOTOS, J.R.; DÍAZ-VIVANCOS, P.; ÁLVAREZ, S.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J.; HERNÁNDEZ, J.A. Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. **Planta**, 242, 829–846, 2015.
- ADAMS et al. A multi-species synthesis of physiological mechanisms in drought-induced tree mortality. **Nature Ecology & Evolution** – online. doi: 10.1038/s41559-017-0248-x, 2017.
- AFZAL, I.; SHINWARI, Z. K.; SIKANDAR, S.; SHAHZAD, S. Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. **Microbiological Research** 221, 36–49, 2019.
- AGUIRRE-MEDINA, J. F.; ACOSTA-GALLEGOS, J. A.; DEL. RUIZ –POSADAS, L.; SHIBATA, J. K.; TREJO-LOPEZ, C. Morphological differences on the leaf epidermis of common bean and their relationship to drought tolerance. **Agricultura technical en Mexico**, 28:53-64, 2002.
- AHMED, C. B.; ROUINA, B. B.; SENSOY, S.; BOUKHRISS, M.; ABDULLAH, F. B. Exogenous proline effects on photosynthetic performance and antioxidant defense system of young olive tree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 4216-4222, 2010.
- AHMED, M.; FAYYAZ-UL-HASSEN; KHURSHID, Y. Does silicon and irrigation have impact on drought tolerance mechanism of sorghum? **Agricultural Water Management**, v. 98, p. 1808–1812, 2011a.
- AHMED, M.; FAYYAZ-UL-HASSEN; QADEER, U.; ASLAM, M. A. Silicon application and drought tolerance mechanism of sorghum. **African Journal Agricultural Research**, v. 6, p. 594–607, 2011b.
- AKÇA, Y.; SAMSUNLU, E. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline and nutrient accumulation, and K/Na ratio in Walnut. **Pakistan Journal of Botany**, v.44, n.5,p.1513-1520, 2012.
- AKSAKAL, E. L.; ANGIN, I.; OZTAS, T. Effects of diatomite on soil consistency limits and soil compactibility. **Catena**. 101, 157-163, 2013.
- AL-AGHABARY, K.; ZHUJUN, Z.; QINHUA, S. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 12, p. 2101- 2115, 2005.

ALAM, R.; DAS, D.; ISLAM, M.; MURATA, Y.; HOQUE, M. Exogenous proline enhances nutrient uptake and confers tolerance to salt stress in maize (*Zea mays* L.). **Progr. Agric.**, 27, 409–417, 2016.

ALBUQUERQUE, M. O maior pomar de jaboticaba do mundo fica quase dentro de Goiânia. Disponível em: <http://www.curtamais.com.br/goiania/o-maior-pomar-dejaboticaba-do-mundo-fica-quase-dentro-de-goiania>. Acesso em 10 de agosto de 2018.

ALFENAS, A. C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.

ALI, N. I.; SIDDIQUI, I. A.; SHAUKAT, S. S.; ZAKI, M. J. Survival of *Pseudomonas aeruginosa* in various carriers for the inhibition of root rot–root knot disease complex of mungbean. **Phytopathol Mediterr** 40:108–112, 2001.

ALMEIDA, W. S.; FERNANDES, F. R. B.; BERTINI, C. H. C. M.; PINHEIRO, M. S.; TEÓFILO, E. M. Emergência e vigor de plântulas de genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1047-1054, 2012.

ALVARENGA, C. F.; SILVA, E. M. D.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. D.; SILVA, L. D. A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p.191-200, 2019.

AMARAL, D. R.; RESENDE, M. L. V.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; BOREL, J. C.; MAC LEOD, R. E. O.; PÁDUA, M. A. Silicato de potássio na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.425-431, 2008.

ANDRADE, D. M. L.; REIS, C. F.; CASTRO, P. F. S., et al. Vasorelaxant and hypotensive effects of jaboticaba fruit (*Myrciaria cauliflora*) extract in rats. **Evid. Based Complement Altern. Med.**, 1–8, 2015.

ANDRÉO-SOUZA, Y.; PEREIRA, A. L.; SILVA, F. F.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; DE CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. e GUERREIRO, S.M.C. **Anatomia Vegetal**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

ARAÚJO, E.B.G.; SÁ, F.V.S., OLIVEIRA, F.A.; SOUTO, L.S.; PAIVA, E.P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E.F.; BRITO, M.E.B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente e Água**, 11(2),463-471, 2016.

ARDHI, A.; AHMAD, K. C.; NOVRIANTI, H.; HUSNA, E. Y.; YULIS, M.; PRATIWI, N.W.; SARYONO. Hydrolytic enzymes-producing ability of species of actinomycetes and bacteria associated with wilted banana plants (*Musa* sp.). **Biodiversitas**, 20: 1147-1153, 2019.

ASHRAF, M. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. **Flora**, v.199, p. 361-376, 2004.

- ASHRAF, M.; ABID, M.; DA SILVA, J. A. T.; SHAHZAD, S. M.; HUSSAIN, A.; IMTIAZ, M. Silicon and potassium nutrition enhances salt adaptation capability of sunflower by improving plant water status and membrane stability. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v.46, p. 991–1005, 2015.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R. Roles of glycine betaine and proline in improving abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v.59, p. 206-216, 2007.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Photosynthesis under stressful environments; An overview. **Photosynthetica**, v. 51, n.2, p.163-190, 2013.
- ASSAHA, D. V. M.; UEDA, A.; SANEOKA, H.; AL-YAHYAI, R.; YAISH, M. W. The Role of Na⁺ and K⁺Transporters in Salt Stress Adaptation in Glycophytes. **Front. Physiol.** 8:509, 2017.
- BAI, J. G.; XU, P. L.; ZONG, C. S.; WANG, C. Y. Effects of Exogenous Calcium on Some Postharvest Characteristics of Cut Gladiolus. **Agricultural Sciences in China**, v. 8, n. 3, p. 293–303, 2009.
- BAILLY, C., El-Maarouf-Bouteau, H. e Corbineau, F. From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology. **Comptes Rendus Biologies**.
- BAJPAI, A.; KALIM, S.; CHANDRA, R.; KAMLE, M. Recurrent somatic embryogenesis and plant regeneration in *Psidium guajava* L. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 59(1), 1-12, 2016.
- BALDIN, J. C.; MICHELIN, E. C.; POLIZER, Y.J.; et al., Microencapsulated jaborcaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. **Meat Sci.** 118, 15–21, 2016.
- BARBEDO, C.J. A new approach towards the so-called recalcitrant seeds. **Journal of Seed Science** 40: 221-236, 2018.
- BARBEDO, C.J., CENTENO, D.C. e FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Do recalcitrant seeds really exist? **Hoehnea** 40: 583-593, 2013.
- BARGAZ, A.; ZAMAN-ALLAH, M.; FARISSI, M.; LAZALI, M.; DREVON, J. J.; MAOUGAL, R., et al. Physiological and molecular aspects of tolerance to environmental constraints in grain and forage legumes. **Int. J. Mol. Sci.** 16, 18976–19008, 2015.
- BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G. DE.; PINHO, P.J. Nutrição mineral e adubação. IN: TOMATE. **Produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia**. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. 455p.
- BATES, R. L.; JACKSON, J. A. 1987. **Glossary of geology** (third edition). Elsevier Science.
- BEN AHMED, C.; BEN ROUINA, B.; SENSOY, S.; BOUKHRISS, M.; BEN ABDULLAH, F. Exogenous proline effects on photosynthetic performance and antioxidant defense system of young olive tree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p. 4216-4222, 2010.

BEN AHMED, C.; MAGDICH, S.; BEN ROUINA, B.; SENSOY, S.; BOUKHRIS, M.; BEN ABDULLAH, F. Exogenous proline effects on water relations and ions contents in leaves and roots of young olive. **Amino Acids**, 40, 565–573, 2011.

BENDALY, A.; MESSED, D.; SMAOUI, A.; KSOUI, R.; BOUCHEREAU, A.; ABDELLY, C. Physiological and leaf metabolome changes in the xerophyte species *Atriplex halimus* induced by salinity. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.103, p. 208-218, 2016.

BLUMWALD, E.; AHARON, G. S.; APSE, M. P. Sodium transport in plant cells. **Biochim Biophys Acta** 1465:140-151, 2000.

BOESSO, Francine Fricher. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de refresco adoçado de jabuticaba**. Dissertação, 75f. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu (Mestre em Agronomia - Energia na Agricultura). Botucatu.

BORGES, M. H. C. B; MELO, B. **Cultura da jabuticabeira**. Uberlândia: Núcleo de Estudo em Fruticultura no Cerrado. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/jabuticaba.html>>. Acesso em: 16 de abril de 2018.

BOSE, J.; RODRIGO-MORENO, A.; SHABALA, S. ROS homeostasis in halophytes in the context of salinity stress tolerance. **Journal Experimental Botany**, v. 65, p. 1241-1257, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 pág, 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4 ed. Campinas, 164 pág, 2011.

BRAY, E.A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to abiotic stresses. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W. JONES, R.L. (eds). **Biochemistry e Molecular Biology of Plants**. Rockville. American Society of Plant Physiologists, cap.22, p1158-1203, 2000.

BRODERSEN, C.R.; McELRONE, A.J. Maintenance of xylem network transport capacity: a review of embolism repair in vascular plants. **Frontiers in Plant Science**, 4,108, 2013.

BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; SZYMCZAK, D. A.; MEYER, E. A.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação nutricional de indivíduos de sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) na arborização viária de Santa Maria – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XIV. **Anais...Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Bento Gonçalves, 2010.

BURGESS, S.S.O.; DAWSON, T.E. The contribution of fog to the water relations of *Sequoia sempervirens* (D. Don): foliar uptake and prevention of dehydration. **Plant, Cell & Environment**, 27,1023–1034, 2004.

CABOT, C.; SIBOLE, J. V.; BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Lessons from crop plants struggling with salinity. **Plant Sci**. 226, 2–13, 2014.

CAMARA, T.R.; WILLADINO, L. Compreendendo o estresse abiótico *in vitro*. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L.; CAVALCANTE, U.M.T. (eds). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife. MXM Gráfica e Editora, Parte.V, cap.29, p.325-335, 2005.

CARLSSON, J.; SVENNERSTAM, H.; MORITZ, T.; EGERTSDOTTER, U.; GANETEG, U. Nitrogen uptake and assimilation in proliferating embryogenic cultures of Norway spruce – Investigating the specific role of glutamine. **PLoS ONE**, 12(8), 1-18, 2017.

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, M. A. L.; FEITOZA, L. A. T. F. Evapotranspiração do cajueiro anão precoce sob estresse salino em diferentes fases fenológicas. **Irriga, [S. l.]**, v. 1, n. 01, p. 351–367, 2012.

CARVALHO, T. C.; SILVA, S. S.; SILVA, R.C.; PANOBIANCO, M. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1366-1371, 2012.

CARVALHO-ZANAO, M.P.; LAZ, J.; BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; ÁVILA, V.T. Yield and shelf life of *Chrysanthemum* in response to the silicon application. **Hortic. Bras.**, 30, 403–408, 2012.

CASSOL, Darcieli Aparecida et al. Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jaboticabeira por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1. 267-272 p. 2015.

CHALFUN, N. N. J., & Pio, R. **Aquisição e plantio de mudas frutíferas**. Lavras: UFLA, 19p., 2002.

CHAPIN, F. S.; SCHULZE, E. D.; MOONEY, H. A. The ecology and economics of storage in plants. **Annu Rev Ecol Syst.**;21:423–47, 1990.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 4, n. 103, p. 551–560, 2009.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water-saving agriculture. **J. Exp. Bot.**, 55:2365-2384, 2004.

CHEN, D.; CAO, B.; WANG, S.; LIU, P.; DNEG, X.; YIN, L.; ZHANG, S. Silicon moderated the K deficiency by improving the plant-water status in sorghum. **Scientific Report, Nature**, p. 1-14, 2016.

CHEN, H. C.; JIANG, J. G. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Review**, v.18, p. 309–319, 2010.

CHEN, W. et al. Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. **Biological Trace Element Research, Clifton**, v. 142, n. 1, p. 67-76, 2011.

- CHEN, Y., JIANG, J., CHANG, Q. *et al.* Cold acclimation induces freezing tolerance via antioxidative enzymes, proline metabolism and gene expression changes in two chrysanthemum species. **Mol Biol Rep** 41, 815–822, 2014.
- CHITARRA, W.; BALESTRINI, R.; VITALI, M.; PAGLIARANI, C.; PERRONE, I.; SCHUBERT, A.; LOVISOLO, C. Gene expression in vessel-associated cells upon xylem embolism repair in *Vitis vinifera* L. petioles. **Planta**, 239,887–899, 2014.
- CHRISTENSEN, J. H.; BAUW, G.; WELINDER, K. G.; VAN MONTAGU, M.; BOERJAN, W. Purification and characterization of peroxidases correlated with lignification in poplar xylem. **Plant Physiol.**, 118:125-135, 1998.
- CITADIN, I., DANNER, M.A., SASSO, S.A.Z. Jabuticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.343-656, 2010.
- COLOMBO, M. Coeficiente de cultura de mudas de jabuticabeira com diferentes substratos e cobertura morta. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017
- COMPANT, S.; CLÉMENT, C.; SESSITSCH, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo-and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biol. Biochem.** 42, 669–678, 2010.
- COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLÉMENT, C.; BARKA, E. A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. **Appl Environ Microbiol** 71:4951–4959, 2005a.
- COMPANT, S.; REITER, B.; SESSITSCH, A.; NOWAK, J.; CLÉMENT, C.; BARKA, E. A Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L by plant growth-promoting bacterium *Burkholderia* sp strain PsJN. **Appl Environ Microbiol** 71:1685–1693, 2005b.
- CORRÊA, C. V. Aplicação de silício em plantas de tomate cultivar micro-tom sob déficit hídrico, p.107, 2019. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, São Paulo.
- CORREIA, S. Potencial hídrico. Ver. **Ciê. Elemen.**, 2(1): 0032, 2014.
- COSGROVE, D.J. Water uptake by growing cells: an assessment of the controlling roles of wall relaxation, solute uptake and hydraulic conductance. **International Journal of Plant Science**, v. 154, p. 10-21, 1993.
- COSTA, A. R. **Nutrição mineral de plantas vasculares**. 147 f. Ficha Técnica. Escola de ciências e tecnologia da Universidade de Évora, 2014.
- CRAIG PLETT, D.; MØLLER, I. S. Na⁺transport in glycophytic plants: what we know and would like to know. **Plant Cell Environ.** 33, 612–626, 2010.
- CRUZ, F. R. S. et al. Estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1189-1199, 2016.
- CUIN, T. A.; SHABALA, S. Exogenously supplied compatible solutes rapidly ameliorate NaCl-induced potassium efflux from barley roots. **Plant Cell Physiology**, v. 46, p.1924–1933, 2005.

CUNHA, R. L. M.; FILHO, B. G. S.; COSTA, R. C. L.; VIÉGAS, I. J. M. Physiological assessment in Young Brazilian and African mahogany plants during the dry and rainy seasons in northeastern Pará state, Brazil. **Revista Ciências Agrárias**, v. 56, n. 3, p. 255-260, 2013.

DA SILVA, J. A. A.; TEIXEIRA, G. H. A.; MARTINS, A. B. G.; CITADIN, I.; WAGNER JÚNIOR, A.; DANNER, M. A. Advances in the propagation of Jaboticaba tree. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 41, n. 3: (e-024), 1-10, 2019.

DAL VESCO, L. L.; GUERRA, M. P. The effectiveness of nitrogen sources in Feijoa somatic embryogenesis. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, 64(1), 19-25, 2001.

DALIAKOPOULOSA, I. N.; TSANISAB, I. K.; KOUTROULISA, A.; KOURGIALASA, N. N.; VAROUCHAKISA, A. E.; KARATZASA, G.P.; RITSEMAC, C.J. The threat of soil salinity: A European scale review. **Science of The Total Environment**, v. 573, n.15, p.727-739, 2016.

DANNER, M. A.; SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; AMBROSIO, R.; SACHET, M.R.; MAZARO, S.M. Variabilidade da qualidade de frutos de jaboticabeiras de diferentes sítios de ocorrência da região sudoeste do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, Vitória. Anais...Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; JUNIOR, A. A. F.; ASSMAN, A. P.; MAZARO, S. M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S. A. Z. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.530-532, 2006.

DANNER, M. D. et al. Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p. 246-252, 2011.

DANNER, M. D. et al. Potencial de cultivo da jaboticabeira no Paraná, 2014. Disponível em: <http://docplayer.com.br/15674596-Potencial-de-cultivo-da-jaboticabeira-no-parana-1.html>. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

DAR, M.I.; NAIKOO, M.I.; REHMAN, F.; NAUSHIN, F.; KHAN, F.A. Proline accumulation in plants: roles in stress tolerance and plant development. In: Iqbal, N. (Ed.), **Osmolytes and Plants Acclimation to Changing Environment: Emerging Omics Technologies**. Springer, India, p.155-165, 2016.

DAS, K. K.; SWAMY, G. S. K.; BISWAS., D.; CHNANIYA, K. K. Response of Soil Application of Diatomaceous Earth as a Source of Silicon on Leaf Nutrient Status of Guava, **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.**, 6 (4): 1394-1399, 2017.

DAS, S.K.; PATRA, J.K.; THATOI, H. Antioxidative response to abiotic and biotic stresses in mangrove plants: a review. **International Review of Hydrobiology**, v.101, p. 3-19, 2016.

DATNOFF, L.E.; RODRIGUES, F.A.; SEEBOLD, K.W. Silicon and Plant Nutrition. In: Datnoff L.E.; Elmer W.H.; Huber D.M. (Eds.) **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Saint Paul MN. APS Press., p. 233-246. 2007.

DAVIES, W.J. et al. Regulation of leaf and fruit growth in plants growing in drying soil: exploitation of the plants' chemical signalling system and hydraulic architecture to increase the efficiency of water use in agriculture. **Journal of Experimental Botany**, v.51, p.1617-1626, 2000.

DE SOUZA, J. C. R. et al. Nutrient absorption and accumulation in 'Paulista' and 'Sabará' jaboticaba cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.40, n.5, e-016, 2018.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006, p. 327-354.

DE-FREITAS, P. A. F.; DE CARVALHO, H. H.; COSTA, J. H.; MIRANDA, R.; DE, S.; DA, C. K. D. et al. Salt acclimation in sorghum plants by exogenous proline: physiological and biochemical changes and regulation of proline metabolism. **Plant Cell Rep.**, 38, 403–416, 2019.

DE-FREITAS, P. A. F.; DE-SOUZA MIRANDA, R.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Salt tolerance induced by exogenous proline in Maize is related to low oxidative damage and favorable ionic homeostasis. **J. Plant Growth Regul.**, 37, 911–924, 2018.

DEINLEIN, U.; STEPHAN, A.B.; HORIE, T.; LUO, W.; XU, G.; SCHROEDER, J. Plant salt tolerance mechanisms. **Trends Plant Science**, v. 19, p. 371-379, 2014.

DEIVANAI, S.; XAVIER, R.; VINOD, V.; TIMALATA, K.; LIM, O.F. Role of exogenous proline in ameliorating salt stress at early stage in two rice cultivars. **Journal Stress Physiology and Biochemistry**, v. 7, p. 157-174, 2011.

DETMANN, K. C.; ARAÚJO, W. L.; MARTINS, S. C.; SANGLARD, L. M.; REIS, J. V., DETMANN, E.; RODRIGUES, F. Á.; NUNES NESI, A.; FERNIE, A. R.; DAMATTA, F. M. Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice. **New Phytol.**, 196, 752–762, 2012.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 472 págs, 2010.

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

DINIZ NETO, M. A., SILVA, I. F., CAVALCANTE, L. F., DINIZ, B. L. M. T., SILVA, J. C. A., SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.10-18, 2014

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Crit Rev Plant Sci** 22:107–149, 2003.

DOLATABADIAN, A.; MODARRES SANAVY, S. A. M; GHANATI, F. Effect of salinity on growth, xylem structure and anatomical characteristics of soybean. **Not. Sci. Biol.** 3(1):41-45, 2011.

DONADIO, L. C. **Cuidados com a jabuticabeira.** O Estado de São Paulo, São Paulo, 23 nov. 1983. (Suplemento agrícola,p. 16).

DOS SANTOS, D. P.; LOPES, D. P. S.; DE MELO CALADO, S. P., et al. Efficacy of photoactivated *Myrciaria cauliflora* extract against *Staphylococcus aureus* infection –a pilot study. **J. Photochem. Photobiol.**, A 191, 107–115, 2019.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, É. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017.

DUTRA, T. R; MASSAD, M. D; MOREIRA, P. R; RIBEIRO, E. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 323-330, jul./set. 2017

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S. T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 638-645, out-dez, 2010.

EL SAYED, H.E.S.A. Influence of NaCl and Na₂SO₄ treatments on growth development of broad bean (*Vicia faba* L.) plant. **Journal Life Science**, v. 5, p. 513-523, 2011.

EMAM, M. M.; KHATTAB, H. E.; HELAL, N. M.; DERAZ, A. E. Effect of selenium and silicon on yield quality of rice plant grown under drought stress. **Aust. J. Crop Sci.**, 8, 596, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA. Cultivo de Tomate para Industrialização, dez. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/Def_nutricional.htm. Acessado em: 20 set. 2019.

EMRICH, E. B.; SOUZA, R. J.; LIMA, A. A.; FIGUEIREDO, F. C.; SILVA, D. R. G. Cultivo do tomateiro em substratos orgânicos sob aplicação foliar de silicato de potássio em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p. 56-61, 2011.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e Perspectivas.** 3.ed. Londrina, Planta, 2006. 403p.

ESCOBAR, N.; ESPEJO, J.; RODRÍGUEZ, L. Evaluation of the effect of diatomaceous earth as a sustainable alternative in commercial interest crops in Colombia www.witpress.com, ISSN 1743-3541 (on-line) WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 181,©2014 WIT Press.

ESTEVEES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Revista Oecologia Brasiliensis**, v.12, p.662-679, 2008.

ETESAMI, H.; BEATTIE, G. A. Mining halophytes for plant growthpromoting salt tolerant bacteria to enhance the salinity tolerance of nonhalophytic crops. **Front. Microbiol.**, 9:148, 2018.

FALHOF, J.; PEDERSEN, J. T.; FUGLSANG, A. T.; PALMGREN, M. Plasma membrane H⁺-ATPase regulation in the center of plant physiology. **Mol. Plant**, 9, 323–337, 2016.

FAO: **Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soil**. Rome, Italy: FAO - Land and Plant nutrition management service. In: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>. Acesso em 02 agosto. 2018.

FARIAS, S.G.G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Growth and mineral nutrition of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) seedlings in nutrient solution under saline stress. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:1499-1505, 2009.

FARISSI, M.; AZIZ, F.; BOUIZGAREN, A.; GHOULAM, C. Legume-rhizobia symbiosis under saline conditions: Agro-physiological and biochemical aspects of tolerance. **Int. J. Innov. Sci. Res.**, 11, 96–104, 2014.

FAROOQ, M.; HUSSAIN, M.; WAKEEL, A.; SIDDIQUE, K.H.M. Salt stress in maize effects resistance mechanisms and management: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 461-481, 2015.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. (1968) Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, v.55, n.1, p.123-142, 1968.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURTI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37(11):1613-1619, 2002.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SBCS. 2006. 432p.

FERNANDES, P.D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, E. P.; MEDEIROS, S. S. Biosalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 472 pág, 2010.

FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; NUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.

FERREIRA, L. G. e Rebouças, M. A. A. Influência da hidratação e desidratação de sementes de algodão na superação dos efeitos da salinidade na germinação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 609-615, 1992.

FERREIRA, M.J.; CUNHA, A.; FIGUEIREDO, S.; FAUSTINO, P.; PATINHA, C.; SILVA, H.; SIERRA-GARCIA, I.N. The root microbiome of *Salicornia ramosissima* as a seedbank for plant-Growth promoting halotolerant bacteria. **Appl. Sci.**, 11, 2233, 2021.

- FLEXAS, J., BOTA, J., LORETO, F., CORNIC, G., SHARKEY, T.D. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, p. 269-279, 2004.
- FLORES, H.E. Polyamines and plant stress. In: LASCHER, R.G.; CUMMING, J.R. **Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms**. Wiley-liss, New York, p.217-239, 1990.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.307-319, 2004.
- FRANCESCHI, V.R.; NAKATA, P.A. 2005. Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annual Review of Plant Biology**, 56: 41 - 71.
- FRANCO, F.C.; PRADO, R.M.; BRACHIROLI, L.F.; ROZANE, D.E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1429-1437, 2007.
- FRAYSSE, F.; POKROVSKY, O. S.; SCHOTT, J.; MEUNIER, J. D. Surface chemistry and reactivity of plant phytoliths in aqueous solutions. **Chem. Geol.** 258, 197-206, 2009.
- FREITAS, A. R. et al. Superação da dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 01-05, 2013.
- FRICKE, W.; PETERS, W.S. The biophysics of leaf growth in salt-stressed barley. A study at the cell level. **Plant Physiology**, v. 129, p. 374-388, 2002.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia de Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.
- GADALLAH, M.A.A. Effects of proline and glycine betaine on *Vicia faba* responses to salt stress. **Biologia Plantarum**, v. 42, p. 249-257, 1999.
- GAGNEUL, D.; AINOUCHE, A.; DUHAZE, C.; LUGAN, R.; LARHER, F.R.; BOUCHEREAU, A. A reassessment of the function of the so-called compatible solutes in the halophytic *Plumbaginaceae Limonium latifolium*. **Plant Physiology**, v. 144, p. 1598-1611, 2007.
- GARG, B.K. Nutrient uptake and management under drought: nutrient moisture interaction. **Current Agriculture Research Journal**, v. 27, p. 1-8, 2002.
- GARG, N.; NOOR, Z. Genotypic differences in plant growth, osmotic and antioxidative defence of *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. modulated by salt stress. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 55, p. 3-33, 2009.
- GASPAR, T.; FRANCK, T.; BISBIS, B.; KEVERS, C.; JOUVE, L.; HAUSMAN, J.F.; DOMMES, J. Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue cultures. **Plant Growth Regulation**, v. 37, p. 263-285, 2002.
- GASPAROTTO JUNIOR, A.; SOUZA, P.; LÍVERO, F. A. *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel: A comprehensive ethnopharmacological review of a genuinely Brazilian species, **Journal of Ethnopharmacology**, 245, 112169, 1-10, 2019.

GEILFUS, C. M.; MÜHLING, K. H. Ratiometric monitoring of transient apoplastic alkalinizations in the leaf apoplast of living *Vicia faba* plants chloride primes and PM-H⁺-ATPase shapes NaCl-induced systemic alkalinizations. **New Phytologist**, v. 197, p. 1117-1129, 2013.

GEILFUS, C.M.; MITHEFER, A.; LUDWIG-MÜLLER, J.; ZORB, C.; MUHLING, K.H. Chloride-inducible transient apoplastic alkalinizations induce stomata closure by controlling abscisic acid distribution between leaf apoplast and guard cells in salt-stressed *Vicia faba*. **New Phytologist**, v. 208, 803-816, 2015.

GERDAKANEH, M.; MOZAFARI, A.A.; KHALIGHI, A.; SIOSEH-MARDAH, A. The effects of exogenous proline and osmotic stress on morphobiochemical parameters of strawberry callus. **African Journal Biotechnology**, v. 9, p. 3775-3779, 2010.

GERLACH, D.. Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung. 3 ed. Stuttgart: Thieme, 1984

GHARS, M.A.; PARRE, E.; DEBEZ, A. Comparative salt tolerance analysis between *Arabidopsis thaliana* and *Thellungiella halophila*, with special emphasis on K⁺/Na⁺ selectivity and proline accumulation. **Journal Plant Physiology**, v. 165, p. 588-599, 2008.

GHEYI, H.R; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional Científico Tecnológico em Salinidade, Fortaleza, 2010. 472p.

GILLMAN, G.P. **A centrifuge method for obtaining soil solution**. Melbourne, CSIRO, 1976. 6p. (Dv. Soils Rep., 16).

GONG, H.; ZHU, X.; CHEN, K.; WANG, S.; ZHANG, C. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. **Plant Science**, v. 169, n. 2, p. 313-321, 2005.

GOVINDASAMY, V.; GEORGE, P.; RAINA, S. K.; KUMAR, M.; RANE, J.; ANNA-PURNA, K. Plant-associated microbial interactions in the soil environment: role of endophytes in imparting abiotic stress tolerance to crops. In: **Advances in Crop Environment Interaction**. Springer, Singapore, pp 245–284, 2018.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v.78, p. 127-157, 1999.

GRATTAN, S.R.; LAMENTA, M. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessaraki, M. (Ed.), **Handbook of Plant and Crop Stress**. New York: Marcel Dekker, p.203-226, 1994.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v.31, p. 149-190, 1980.

GROTH, M. Z.; BELLÉ, C.; BERNARDI, D.; BORGES FILHO, R. C. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 4, p. 433-440, 2017.

GUCCI, R.; ARONNE, G.; LOMBARDINI, L.; TATTINI, M. Salinity tolerance in *Phillyrea* species. **New Phytol.**, 135:227-234, 1997.

GUERRA, M. P.; CANGAHUALA-INOCENTE, G. C.; DAL VESCO, L. L.; PESCADOR, R.; CAPRESTANO, C. A. Micropropagation systems in Feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). In M. Lambardi, E. A. Ozudogru, & S. M. Jain (Eds.), **Protocols for micropropagation of select economically-important horticultural plants** (p. 45-62). New York, US: Human Press. 2013.

GUNES, A.; KADIOGLU, Y. K.; PILBEAM, D.J.; INAL, A.; COBAN, S.; AKSU, A. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, II: essential and no essential element uptake determined by polarized energy dispersive X-ray fluorescence. **Commun. Soil Sci. Plant. Anal.**, 39, 1904–1927. 2008.

GURGEL, M. T. et al. Crescimento inicial de porta enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 24-31, 2007.

HACKE, U.G.; SPERRY, J.S. Functional and ecological xylem anatomy. **Urban & Fischer Verlag** 4/2, 97-115, 2001.

HAGER, A. Role of the plasma membrane H⁺-ATPase in auxin induced elongation growth: historical and new aspects. **Journal Plant Research**, v. 116, p. 483-505, 2003.

HAMEED, A.; SHEIKH, M. A.; JAMIL, A.; BASRA, S. M. A. Seed priming with sodium silicate enhances seed germination and seedling growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit stress induced by polyethylene glycol. **Pak. J. Life Soc. Sci.** 11, 19–24, 2013.

HARDOIM, P.R.; VAN OVERBEEK, L.S.; VAN ELSAS, J.D. Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. **Trends Microbiol.** 16, 463–471, 2008.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.K.; BONNERT, H.J. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-99, 2000.

HATTORI, T.; INANAGA, S.; ARAKI, H.; AN, P.; MORITA, S.; LUXOVA, M.; et al. Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor. **Physiology Plantarum**, v. 123, p. 459–466, 2005.

HAUPT, A. W.. A gelatin fixative for paraffin sections. **Stain Technology**, Los Angeles, v.5, n.3, p.97-98, 1930.

HAYAT, S.; HAYAT, Q.; ALYEMENI, M.N.; WANI, A.S.; PICHTEL, J.; AHMAD, A. Role of proline under changing environment - a review. **Plant Signaling e Behavior**, v.7, p. 1456-1466, 2012.

HEUER, B. Influence of exogenous application of proline and glycine-betaine on growth of salt-stressed tomato plants. **Plant Science**, v. 165, p. 693–699, 2003.

HOCHMAL, A. K.; SCHULZE, S.; TROMPELT, K.; HIPPLER, M. Calcium dependent regulation of photosynthesis, **Biochimica et Biophysica Acta** 2015.

HOLBROOK, N.M.; ZWIENIECKI, M.A. Transporting water to the tops of trees. **Physics Today** 61,76–77, 2008.

HOLTTA, T.; COCHARD, H.; NIKINMAA, E.; MENCUCCINI, M. Capacitive effect of cavitation in xylem conduits: results from a dynamic model. *Plant, Cell & Environment*, 32, 10–21, 2009.

HOQUE, M.A., BANU, M.N., NAKAMURA, Y., SHIMOISHI, Y., MURATA, Y. Proline and glycine betaine enhance antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce NaCl-induced damage in cultured tobacco cells. *J. Plant Physiol.* 165, 813–824, 2008.

HOQUE, M.A., BANU, M.N., OKUMA, E., AMAKO, K., NAKAMURA, Y., SHIMOISHI, Y., MURATA, Y. Exogenous proline and glycine betaine increase NaCl-induced ascorbate glutathione cycle enzyme activities, and proline improves salt tolerance more than glycine betaine in tobacco Bright Yellow-2 suspension-cultured cells. *J. Plant Physiol.* 164, 1457–1468, 2007a.

HOQUE, M.A., OKUMA, E., BANU, M.N.A., NAKAMURA, Y., SHIMOISHI, Y., MURATA, Y. Exogenous proline mitigates the detrimental effects of salt stress more than exogenous betaine by increasing antioxidant enzyme activities. *J. Plant Physiol.* 164, 553–561, 2007b.

HOQUE, M.A., OKUMA, E., NAKAMARA, Y., SHIMOISHI, Y., MURATA, Y. Proline and glycine-betaine enhance antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce NaCl-induced damage in cultured tobacco cells. *Journal Plant Physiology*, v. 165, p. 813-824, 2008.

HOSSEL, C. Enraizamento de mini-estacas de jaboticabeiras, pitangueira, araçazeiro amarelo e sete capoteiro. 2016, 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UTFPR. Pato Branco.

HU, W.; YUAN, Q.; WANG, Y.; CAI, R.; DENG, X.; WANG, J.; et al. Overexpression of a wheat aquaporin gene, TaAQP8, enhances salt stress tolerance in transgenic tobacco. *Plant Cell Physiol.* 53, 2127–2141, 2012.

HUANG, Y.; BIE, Z.; LIU, Z.; ZHEN, A.; WANG, W. Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 55, 698–704, 2009.

HUNSCHE, M. *et al* Effects of NaCl on surface properties, chlorophyll fluorescence and light remission, and cellular compounds of *Grewia tenax* (Forssk.) Fiori and *Tamarindus indica* L. leaves. *Plant Growth Regulation*, v. 61, n. 03, p. 253-263, 2010.

ILKER, A.; MURAT, K.; RAFET, A. Diatomite on growth of strawberry. *Pak J. Bot.* 43, 573-577, 2011.

INADA, K. O. P.; OLIVEIRA, A. A.; REVORÊDO, T. B., et al., Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. *Journal of Functional Foods*, 17, 422-433, 2015.

INOCENTE, M.C. e BARBEDO, C.J. Germination of *Eugenia brasiliensis*, *E. involucrata*, *E. pyriformis*, and *E. uniflora* (Myrtaceae) under water-deficit conditions. *Journal of Seed Science* 41: 76-85, 2019.

JACOB, H. J. Classification of halophitic heteritrophic bacteria thriving in the Jordanian Dead Sea littoral zone. **J. Biol. Sci.**, 12, 246–252, 2012.

JAIN, M.; Mathur, G.; Koul, S.; Sarin, N. Ameliorative effects of proline on salt stress-induced lipid peroxidation in cells lines of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Plant Cell Reports**, v. 20, n. 5, p. 463-468, 2001.

JAMIL, M., REHMAN, S., LEE, K. J., KIM, J. M., KIM, H. S., RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.2, p.111-118, 2007.

JAVOT, H.; MAUREL, C. The role of aquaporins in root water uptake. **Annals of Botany**, v. 90, p. 301–313, 2002.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**, 2 Ed., McGraw Hill, New York, 523 p. 1940.

KALAJI, H.; OUKARROUM, A.; ALEXANDROV, V.; KOUZMANOVA, M.; BRESTIC, M.; ZIVCAK, M.; SAMBORSKA, I. a.; CETNER, M. D.; ALLAKHVERDIEV, S. I.; GOLTSEV, V. Identification of nutrient deficiency in maize and tomato plants by In vivo chlorophyll a fluorescence measurements. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 81, p. 16–25, 2014.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T.J.; MAREK, S. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **Hort Science**, 43, 236–239, 2008.

KAMLA, M.; JAYANTI, T.; SNEH, G. A review on microbial pigment. **Int. J. Microbial Res. Technol.**, 1(4):361–365, 2012.

KATSCHNIG, D.; BLIEK, T.; ROZEMA, J.; SCHAT, H. Constitutive highlevel SOS1 expression and absence of HKT1; 1 expression in the salt accumulating halophyte *Salicornia dolichostachya*. **Plant Sci**. 234, 144–154, 2015.

KAYA, C.; TUNA, A.L.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environmental Experiments of Botany**, v. 60, p. 397-403, 2007.

KEARL, J.; MCNARY, C.; SCOTT LOWMAN, J.; MEI, C.; AANDERUD, Z. T.; SMITH, S. T.; WEST, J.; COLTON, E.; HAMSON, M.; NIELSEN, B. L. Salt-Tolerant Halophyte Rhizosphere Bacteria Stimulate Growth of Alfalfa in Salty **Soil. Front. Microbiol.** 10:1849, 1-11, 2019.

KESHAVARZI, M.H.B. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of savory (*Satureja hortensis* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Science**. v. 5, p. 3274-3279, 2011.

KHAN, A.; IQBAL, I.; AHMED, I.; NAWAZ, H.; NAWAZ, M. Role of proline to induce salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annus* L.).**Sci. Technol. Dev.** 33, 88–93, 2014.

KHAN, H.A.; SIDDIQUE, K.H.M.; MUNIR, R.; COLMER, T.D. Salt sensitivity in chickpea: growth, photosynthesis, seed yield components and tissue ion regulation in contrasting genotypes. **Journal Plant Physiology**, v. 182, p. 1-12, 2015.

- KHEDR, A.H.A.; ABBAS, M.A.; WAHID, A.A.A.; QUICK, W.P.; ABOGADALLAH, G.M. Proline induces the expression of salt-stress-responsive proteins and may improve the adaptation of *Pancratium maritimum* L. to salt-stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, p. 2553-2562, 2003.
- KOPINGA, J.; VAN DEN BURG, J. Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. **Journal of Arboriculture**, v. 21, n. 1, p. 17-24. 1995.
- KORNDÖRFER, G. H. Uso de Silício na Agricultura. **Informações Agronômicas**. n. 117. p. 9- 11, 2007.
- KORNDORFER, G. H.; COELHO, N. M.; SYNDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 101-106, 1999.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 2.ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 1).
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M S. **Papel do silício na produção de cana-de-açúcar**, Stab, Piracicaba, v.21, p. 6-9, 2002.
- KORUNIĆ, Z.; ROZMAN, V.; LIŠKA, A.; LUCIĆ, P. A review of natural insecticides based on diatomaceous earths, **POLJOPRIVREDA**, 22: (1) 10-18, 2016.
- KOSMA, D. K.; JENKS, M. A. Eco-physiological and molecular genetic determinants of plant cuticle function in drought and salt stress tolerance, p. 91-120. 2007 In: Jenks MA, Hasegawa PM and Jain SM (Eds.). **Advances in Molecular Breeding toward Drought and Salt Tolerant Crops**. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- KRAUS, J. E.; SOUSA, H. C. DE; REZENDE, M. H.; CASTRO, N. M.; VECCHI, C.; LUQUE, R. Astra blue and basic fuchsin double staining methods for plant materials. **Biotechnic and Histochemistry**. 73 (2): 235-243. 1998.
- KRONZUCKER, H. J.; COSKUN, D.; SCHULZE, L. M.; WONG, J. R.; BRITTO, D. T. Sodium as nutrient and toxicant. **Plant Soil**, 369, 1–23, 2013.
- KUKREJA, S.; NANDWAL, A.S.; KUMAR, N.; SHARMA, S.K.; SHARMA, S.K.; UNVI, V.; SHARMA, P.K. Plant water status, H₂O₂ scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity. **Biology Plantarum**, v. 49, p. 305-308, 2005.
- LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental of Botany*, v.49, n.1, p.107- 120, 2003.
- LARCHER, W. A utilização dos elementos minerais. In: **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, p. 183-230. 2004.
- LAREEN, A.; BURTON, F.; SCHÄFER, P. Plant root-microbe communication in shaping root microbiomes. **Plant Mol Biol** 90:575–587, 2016.

LATA, R.; CHOWDHURY, S.; GOND, S. K.; WHITE, J. F. J. R. Induction of abiotic stress tolerance in plants by endophytic microbes. **Lett Appl Microbiol** 66:268–276, 2018.

LAUCHLI, A. Calcium, salinity and the plasma membrane, In: Leonard, R.T. and Hepler, P.K., Calcium in Plant Growth and Development. **The American Society of Plant Physiologists Symposium Series**, vol. 4, 1990, pp. 26-35, 1990.

LÄUNCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: Tanji, K.K. (ed), **Agricultural Salinity Assessment and Management**. American Society of Civil Engineers. 1990. p. 113-137.

LAUR, J.; HACKE, U.G. Exploring *Picea glauca* aquaporins in the context of needle water uptake and xylem refilling. *New Phytologist*, 203,388–400, 2014

LAVEZO, A. et al. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 622-630, 2015.

LEMO, V. O. T.; LUCENA, E. M. P.; BONILLA, O. H.; EDSON-CHAVES, B.; FREITAS, M. A. Anatomia ecológica foliar de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. na Restinga Cearense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 307-322, abr./jun. 2020.

LENQUISTE, S. A.; MARINELI, R. S.; MORAES, E. A., et al. Jaboticaba peel and jaboticaba peel aqueous extract shows *in vitro* and *in vivo* antioxidant properties in obesity model. **Food Res. Int.** 77, 161–170, 2015.

LI, H.; ZHU, Y.; HU, Y.; HAN, W.; GONG, H. Beneficial effects of silicon in alleviating salinity stress of tomato seedlings grown under sand culture. **Acta Physiologiae Plantarum**, p. 37:71, 2015.

LI, W.Y.F.; WONG, F.L., TSAI, S.N.; PHANG, T.H.; SHAO, G.; LAM, H.M. Tonoplast located GmCLC1 and GmNHX1 from soybean enhance NaCl tolerance in transgenic bright yellow (BY)-2 cells. *Plant Cell Environment*, v. 29, p. 1122-1137, 2006.

LI, X.; GENG, X.; XIE, R.; FU, L.; JIANG, J.; GAO, L.; et al. The endophytic bacteria isolated from elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) promote plant growth and enhance salt tolerance of hybrid *Pennisetum*. **Biotechnol. Biofuels**, 9:190, 2016.

LICHTENTHALER, H.K. El estrés y la medida del estrés en plantas. In: REIGOSA, M.J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. (eds). **La Ecofisiología Vegetal – Una ciencia de síntesis**. Madrid. Thomson. 2004. cap. 2, p. 59-111.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A.M. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, v. 58, n. 4, p.416-421, 2008.

LIMA, M. A.; CASTRO, V. F.; VIDAL, J. B.; ENÉAS-FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.398-403, 2011.

LIMA, M.C.; AMARANTE, L.; MARIOT, M.P.; SERPA, R. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, vol. 41, n. 1, p. 45-50, 2011.

LIU, P.; YIN, L. N.; DENG, X. P.; WANG, S. W.; TANAKA, K.; ZHANG, S. Q. Aquaporin-mediated increase in root hydraulic conductance is involved in silicon-induced improved root water uptake under osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, p. 4747–4756, 2014.

LIU, P.; YIN, L.; WANG, S.; ZHANG, M.; DENG, X.; ZHANG, S.; TANAKA, K. Enhanced root hydraulic conductance by aquaporin regulation accounts for silicon alleviated salt-induced osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. **Environmental and Experimental Botany**, v. 111, p. 42–51, 2015.

LOCARNO, M.; GRACON, C.; PAIVA, P. D. O. Influência da adubação silicatada no teor de clorofila em folhas de roseira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 287-290, 2011.

LOPES, J. C. et al. Germinação e vigor de sementes de pau d'álho sob estresse salino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 169-177, 2015.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Irriga**, v.14, p.68-75, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, vol. 1, 4ª edição. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 382p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**, Nova Odessa SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 627p.

LOVISOLO, C.; SCHUBERT, A. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. **Journal of Experimental Botany**, v.49, n.321, p.693-700, 1998.

LU, Y., LEI, J. Q., ZENG, F. J., ZHANG, B., LIU, G. J., LIU, B., LI, X. Y. Effect of NaCl-induced changes in growth, photosynthetic characteristics, water status and enzymatic antioxidant system of *Calligonum caputmedusae* seedlings. **Photosynthetica**, v.55, n.1, p.96-106, 2017

MA J. F.; MIYAKE Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. **Studies in plant Science**, 31; 8:17-39. 2001.

MA, J. F.; TAKAHASHI, E. **Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan**. New York: Elsevier Science, 2002. 281 p.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Science**, v.65, p. 3049-3057, 2008.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends Plant Science**. v. 11, p. 392–397, 2006.

MAHMOOD, S.; DAUR, I.; AL-SOLAIMANI, S. G.; AHMAD, S.; MADKOUR, M. H.; YASIR, M.; HIRT, H.; ALI, S.; ALI, Z. Plant growth promoting rhizobacteria and silicon synergistically enhance salinity tolerance of mung bean. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-14, 2016.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora: CERES. 2006. 638p.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000, 327 pág.

MANSOUR, M. M. F., ALI, E. F. Evaluation of proline functions in saline conditions. **Phytochemistry**, 140, 52–68, 2017.

MANSOUR, M.M.F.; SALAMA, K.H.A.; ALLAM, H.Y.H. Role of the plasma membrane in saline conditions: lipids and proteins. **The Botanical Review**, v. 81, p. 416-451, 2015.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. London; San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MÄSER, P.; GIERTH, M.; SCHROEDER, J.I. Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants. **Plant and Soil**, v.247, p. 43-54, 2002.

MÄSER, P.; THOMINE, S.; SCHROEDER, J. I.; WARD, J. M.; HIRSCHI, K.; SZE, H., et al. Phylogenetic relationships within cation transporter families of *Arabidopsis*. **Plant Physiol.** 126, 1646–1667, 2001.

MATEOS-NARANJO, E.; ANDRADES-MORENO, L.; DAVY, A. J. Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 63, n. 1, p. 115-121, 2013.

MATEOS-NARANJO, E.; ANDRADES-MORENO, L.; DAVY, A. J. Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora*. **Plant Physiol. Biochem.**, 63, 115–121, 2013.

MAYR, S.; SCHMID, P.; LAUR, J.; ROSNER, S.; CHARRA-VASKOU, K.; DAEMON, B.; HACKE, U.G. Uptake of water via branches helps timberline conifers refill embolized xylem in late winter. **Plant Physiology**, 164, 1731–1740, 2014.

MCDOWELL, N.; POCKMAN, W.T.; ALLEN, C. D. et al. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? **New Phytologist** 178, 719-739, 2008.

MEENA, K. K.; SORTY, A. M.; BITLA, U. M.; CHOUDHARY, K.; GUPTA, P.; PAREEK, A.; et al. Abiotic stress responses and microbe-mediated mitigation in plants: the omics strategies. **Front. Plant Sci.**, 8:172, 2017.

MENDES, R.; GARBEVA, P.; RAAIJMAKERS, J. M. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. **FEMS Microbiol Rev** 37:634–663, 2013.

MENDONÇA, R.M.N. **Maturação, secagem e armazenamento de sementes e propagação vegetativa de jabuticabeiras (*Myrciaria* sp)**. 2000. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

- MILIUTE, I.; BUZAITE, O.; BANIULIS, D.; STANYS, V. Bacterial endophytes in agricultural crops and their role in stress tolerance: a review. **Zemdirbyste-Agriculture** 102, 465–478, 2015.
- MILLS-IBIBOFORI, T.; DUNN, B.; MANESS, N.; PAYTON, M. Use of Diatomaceous Earth as a Silica Supplement on Potted Ornamentals, **Horticulturae**, 5, 21, 1-12, 2019.
- MING, D. F.; PEI, Z. F.; NAEEM, M. S.; GONG, H. J.; ZHOU, W. J. Silicon alleviates peginduced water-deficit stress in upland rice seedlings by enhancing osmotic adjustment. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 198, p. 14–26, 2012.
- MIRANDA, J.; COSTA, L. M.; RUIZ, H. A.; MENDONÇA, E. M. Caracterização química de soluções extraídas de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes cobertura vegetais. **Revista Ceres**, 43:139-146, 1996.
- MISHRA, S.; PANDA, S.K.; SAHOO, L. Transgenic Asiatic grain legumes for salt tolerance and functional genomics. **Journal of Agricultural Science**, v. 2, p. 21-36, 2014.
- MITANI, N.; MA, J. F. Uptake system of silicon in different plant species. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 414, p. 1255-1261, Mar. 2005.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends Plant Sci.** 7 (9), 405–410, 2002.
- MOHAMMADI, M.; BURBANK, L.; ROPER, M. C. Biological role of pigment production for the bacterial phytopathogen *Pantoeastewartii* subsp. *Stewartii*. **Applied and environmental microbiology**. v. 78, n. 19, p. 6859-6865, 2012.
- MØLLER, I. S.; TESTER, M. Salinity tolerance of Arabidopsis: a good model for cereals? **Trends in Plant Science**, v. 12, n. 12, p. 534-540, 2007.
- MORGAN, S.H.; MAITY, P.J.; GEILFUS, C.M.; KARL, S.L.; MÜHLING, H. Leaf ion homeostasis and plasma membrane H⁺-ATPase activity in *Vicia faba* change after extra calcium and potassium supply under salinity, **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 82, p. 244-253, 2014.
- MOSHELION, M.; BECKER, D.; BIELA, A.; UEHLEIN, N.; HEDRICH, R. Plasma membrane aquaporins in the motor cells of *Samanea saman*: diurnal and circadian regulation. **Plant Cell, Rockville**, v.14, p.727–39, 2002.
- MOTERLE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 169-176, 2006.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, p. 645–663, 2005.
- MUNNS, R.; HUSAIN, S. RIVELLI, A. R.; RICHARD, A. J.; CONDON, A. G.; MEGAN, P. L.; EVANS, S. L.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R.A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, v.247, p. 93-105, 2002

MUNNS, R.; JAMES, R.A. Screening methods for salt tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant Soil*, v. 253, p. 201-218, 2003.

MUNNS, R.; RAWSON, H.M. Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 26, p. 459-464, 1999.

MUNNS, R.; SCHACHTMAN, D.P.; CONDON, A.G. The significance of a two-phase response to salinity in wheat and barley. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 22, p. 561-569, 1995.

MUNNS, R.; SHARP, R.E. Involvement of abscisic acid in controlling plant growth in soils of low water potential. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 20, p. 425-437, 1993.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Functional Plant Biology**, v. 13, n. 1, p. 143-160, 1986.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, New York, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

MURER, A. S.; MOBIL, E.; MC-CLENNEN, K. L.; ELLISON, T. K. Steam injection project in heavy-oil diatomite. **SPE Res. Eval. Eng.** 3, 2-12, 2000.

NAHAR, K.; HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M. Roles of Osmolytes in Plant Adaptation to Drought and Salinity. In: Iqbal, N., Nazar, R., Khan, N. (Eds.), **Osmolytes and Plants Acclimation to Changing Environment: Emerging Omics Technologies**. Springer, India, p. 37-68, 2016.

NAJAFPOUR, M. M.; MOGHADDAM, A. N.; ALLAKHVERDIEV, S. I.; GOVINDJEE. Biological water oxidation: Lessons from Nature. **Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics**, v. 1817, n. 8, p. 1110–1121, 2012.

NARDINI, A.; LO GULLO, M.A.; SALLEO, S. Refilling embolized xylem conduits: Is it a matter of phloem unloading? **Plant Science**, 180,604–611, 2011.

NARDINI, A.; SALLEO, S.; ANDRI, S. Circadian regulation of leaf hydraulic conductance in sunflower (*Helianthus annuus* L. cv Margot). **Plant Cell & Environment**, Oxford, v.28, p.750–59, 2005

NAWAZ, K.; TALAT, A.; HUSSAIN, K.II.; MAJEED, A. Induction of salt tolerance in two cultivars of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by exogenous application of proline at seedling stage. **World Appl. Sci. J.**, 10, 93–99, 2010.

NIEVES-CORDONES, M.; AL SHIBLAWI, F. R.; SENTENAC, H. “**Roles and transport of sodium and potassium in plants,**” in **The Alkali Metal Ions: Their Role for Life**, eds A. Sigel, H. Sigel, and R. Sigel (Cham: Springer), 291–324, 2016.

NOUNJAN, N.; NGHIA, P.T.; THEERAKULPISUT, P. Exogenous proline and trehalose promote recovery of rice seedlings from salt-stress and differentially modulate antioxidant enzymes and expression of related genes. **Journal Plant Physiology**, v. 169, p. 596-604, 2012.

NUMAN, M.; BASHIR, S.; KHAN, Y.; MUMTAZ, R.; SHINWARI, Z. K.; KHAN, A. L.; et al. Plant growth promoting bacteria as an alternative strategy for salt tolerance in plants: a review. **Microbiol.** 209, 21–32, 2018.

NUNES, A. M. C.; LIMA NUNES, L. R.; RODRIGUES, A. J. O.; UCHÔA, K. S. A. silício na tolerância ao estresse hídrico em tomateiro. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 239-258, 2019

O'BRIEN, I. E. W.; FERGUSON. Calcium signaling in programmed cell death in plants. Em: *Plant Nutrition for Sustainable food production and environment*. **Kluwer Academic Publishers**, Japan, p. 99-103, ago. 1997.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plantcell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, v.59, n.2, p 368-373, 1964.

OKCU, G.; KAYA, M.D.; ATAK, M. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 29, p. 237-242, 2005.

OKUMA, E.; SOEDA, K.; TADA, M.; MURATA, Y. Exogenous proline mitigates the inhibition of growth of *Nicotiana tobacum* cultured cells under saline conditions. **Soil Science Plant Nutrition**, v. 46, p. 257–263, 2000.

OLIVEIRA, C. S.; GOMES, I. S.; PACHECO, J. S.; RIBEIRO, D.; MATOS, F. S. Disponibilidade de cálcio e crescimento de mudas de eucalipto sob estresse salino, **Revista Agrarian**, v.11, n.42, p.299-306, Dourados, 2018.

OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J.F. DE; ALVES, R. DE C.; LINHARES, P.S.F.; MEDEIROS, A.M.A. DE OLIVEIRA, M.K.T. DE - Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 18, n. 5, p. 480-486, 2014.

OLIVEIRA, F. S. Efeitos da irrigação com água salina no crescimento inicial e na produção de fitomassa em clones de eucalipto. 2018. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) -Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2018.

OLIVEIRA, J. T. L.; CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H. G.; GUEDES-FILHO, D. H. Crescimento de cultivares de girassol ornamental influenciado por doses de silício no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.123–128, 2013.

OLIVEIRA, L. A.; SOUZA-MOREIRA, T. M.; CEFALI, L. C., et al. Design of antiseptic formulations containing extract of *Plinia cauliflora*. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, 47, 525–533, 2011.

OLIVEIRA, S.; BRUNES, A. P.; LEMES, E. S.; TAVARES, L. C.; MENEGHELLO, G. E.; LEITZKE, I. D.; MENDONÇA, A. O. Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 202-209, 2016.

OLIVEIRA-NETO, C.F. **Crescimento, produção e comportamento fisiológico e bioquímico em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] moench) submetidas à deficiência hídrica** /Belém, 2008. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2008.

OR, D.; TULLER, M.; WRAITH, J. M. **Soil water potential**. In: HUANG, P. M.; LI, Y.; SUMNER, M. E. *Handbook of Soil Science: Properties and processes*. 2.ed. CRC Press, Boca Raton, 2011. 1442 p

ORCUTT, D.M.; NILSEN, E.T. **Physiology of Plants Under Stress**. New York, John Willey & Sons, 2000.

ORHAN, F. Alleviation of salt stress by halotolerant and halophilic plant growth-promoting bacteria in wheat (*Triticum aestivum*). **Braz. J. Microbiol.**, 47, 621–627, 2016.

ORSINI, F.; PENNISI, G.; MANCARELLA, S.; AL NAYEF, M.; SANOUBAR, R.; NICOLA, S.; GIANQUINTO, G. Hydroponic lettuce yields are improved under salt stress by utilizing white plastic film and exogenous applications of proline **Scientia Horticulturae**, v.233, p. 283-293, 2018.

PACHECO, A. G. Germinação e crescimento inicial de girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes substratos submetidos a estresse salino. 2019. 40p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019.

PAGLIARANI, C.; CASOLO, V.; ASHOFTEH BEIRAGI, M.; CAVALLETTO, S.; SICILIANO, I.; SCHUBERT, A. et al. Priming xylem for stress recovery depends on coordinated activity of sugar metabolic pathways and changes in xylem sap pH. **Plant Cell Environ.**;42(6):1775–87, 2019.

PAIVA, J. G. A.; FANK-DE-CARVALHO, S. M.; MAGALHÃES, M. P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 257-264, 2006.

PALACIO-RODRIGUEZ, R.; CORA-ARELLANO, J. L.; LOPEZ-BUCIO, J.; SANCHEZ-SALAS, J.; MURO-PEREZ, G.; CATANEDA-GAYTAN, G.; et al. Halophilic rhizobacteria from *Distichlis spicata* promote growth and improve salt tolerance in heterologous plant hosts. **Symbiosis**, 73, 179–189, 2017.

PARDO, J. M.; QUINTERO, F. J. Plants and sodium ions: Keeping company with the enemy. **Genome Biol** 3:1017.1-1017.4, 2002.

PARDO, J.M. Biotechnology of water and salinity stress tolerance. **Curr Opin Biotechnol**, 21:185-196, 2010.

PARERA, C. A.; QIAO, P.; CANTLIFFE, D. J. Enhanced celery germination at stress temperature via solid matrix priming. **Hortic Sci** 28:20–22, 1993.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 60, n. 3, p.324-349, Mar. 2005.

PARIDA, A.K.; JHA, B. Inductive responses of some organic metabolites for osmotic homeostasis in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seedlings during salt stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.35, p. 2821-2832, 2013.

PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V.P.; PRASAD, S.M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, V.22, n.6, p. 4056–4075, 2015.

PARVEEN, A.; RAO, S. Effect of Nanosilver on Seed Germination and Seedling Growth in *Pennisetum glaucum*, **J Clust Sci**, 26, 693-701, 2015.

PARVEEN, N.; ASHRAF, M. Role of silicon in mitigating the adverse effects of salt stress on growth and photosynthetic attributes of two maize (*Zea mays* L.) cultivars grown hydroponically. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, p. 1675–1684, 2010.

PASCUAL, M. B.; ECHEVARRIA, V.; GONZALO, M. J.; HERNÁNDEZAPAOLAZA, L. Silicon addition to soybean (*Glycine max* L.) plants alleviate zinc deficiency. **Plant Physiol. Biochem.**, 108, 132–138, 2016.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R.; SILVA, C. R. R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 137 p., 2001.

PATADE, V.Y., LOKHANDE, V.H., SUPRASANNA, P. Exogenous application of proline alleviates salt induced oxidative stress more efficiently than glycine betaine in sugarcane cultured cells. **Sugar Tech**. 16, 22–29, 2014.

PATI, S.; PAL, B.; BADOLE, S.; HAZRA, G.C.; MANDAL, B. Effect of silicon fertilization on growth, yield, and nutrient uptake of rice. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 47, 284–290, 2016.

PAVLOVIC, J.; SAMARDZIC, J.; MAKSIMOVIĆ, V.; TIMOTIJEVIC, G.; STEVIC, N.; LAURSEN, K. H.; HANSEN, T. H.; HUSTED, S.; SCHJOERRING, J. K.; LIANG, Y. Silicon alleviates iron deficiency in cucumber by promoting mobilization of iron in the root apoplast. **New Phytol.**, 198, 1096–1107, 2013.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Cienc. Florest.**, 23(02): 513-521, 2013.

PERCEY, W.J.; SHABALA, L.; BREADMORE, M.C.; GUIJT, R.M.; BOSE, J.; SHABALA, S. Ion transport in broad bean leaf mesophyll under saline conditions. **Planta** 240, 729-743, 2014.

PEREIRA, E. R. L. Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino. 2012, 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB.

PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; SOUZA, G. S. F.; MARTINS, D. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 537-545, 2012.

PESSARAKLI, M. AND I. SZABOLCS, 2010. Soil Salinity and Sodicity as Particular Plant/Crop Stress Factors. In: Handbook of Plant and Crop Stress, 3rd Edition, Revised and Expanded (M. Pessarakli, Ed.), pp. 3-21, CRC Press, Taylor & Francis Publishing Company, Florida.

PHANG, T.H., SHAO, G., LAM, H.M. Salt tolerance in soybean. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, p. 1196-1212, 2008.

PILON-SMITS, E.A.; QUINN, C.F.; TAPKEN, W.; MALAGOLI, M.; SCHIAVON, M. Physiological functions of beneficial elements. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 12, p. 267–274, 2009.

PINTO, S. I. C.; RAMOS, S. J.; ARAUJO, J. L.; FAQUIN, V.; NOVAIS, C. B.; SILVA, K.; FURTINI NETO, A. E. Silício como amenizador da fitotoxicidade de zinco em plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* cultivadas em solução nutritiva. **Revista Árvore**, v.33, p. 1005-1014, 2009.

PIPER, F. I.; FAJARDO, A.; HOCH, G. Single-provenance mature conifers show higher non-structural carbohydrate storage and reduced growth in a drier location. **Tree Physiol.**;37(8):1001–10, 2017.

PIPER, F.I.; PAULA, S. The Role of Nonstructural Carbohydrates Storage in Forest Resilience under Climate Change. **Curr Forestry Rep** 6, 1–13, 2020.

PIROLA, K. **Caracterização fisiológica e conservação de sementes de oito fruteiras nativas do bioma Floresta com Araucária**. 2013, 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UTFPR. Pato Branco.

PITANN, B.; KRANZ, T.; ZORB, C.; WALTER, A.; SCHURR, U.; MÜHLING, K.H. Apoplastic pH and growth in expanding leaves of *Vicia faba* under salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 74, p. 31-36, 2011.

PIUBELI, F. A. Caracterização da comunidade microbiana em ambientes salinos e suas possíveis aplicações biotecnológicas. 2011. 239 p. Tese (Doutorado Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP

POTTOSIN, I.; VELARDE-BUENDÍA, A.M.; BOSE, J.; ZEPEDA-JAZO, I.; SHABALA, S.; DOBROVINSKAYA, O. Cross-talk between reactive oxygen species and polyamines in regulation of ion transport across the plasma membrane: implications for plant adaptive responses. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, p. 1271-1283, 2014.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura**. Fortaleza, INCT Sal, 2010, 472 pág.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **The pineapple: cultivation and uses**. Paris: G. P. MAISONNEUVE ET LAROSE, 1987. 568p.

QIN, L.; KANG, W.; QI, Y.; ZHANG, Z.; WANG, N. The influence of silicon application on growth and photosynthesis response of salt stressed grapevines (*Vitis vinifera* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**, 38:68, 2016.

QUERO, A.; MOLINIE, R.; ELBOUTACHFAITI, R.; PETIT, E.; PAU-ROBOT, C.; GUILLOT, X.; MESNARD, F.; COURTOIS, J. Osmotic stress alters the balance between organic and inorganic solutes influx (*Linum usitatissimum*). **Journal of Plant Physiology**, v. 171, p. 55-64, 2014.

QURASHI, A.W.; SABRI, A.N. Osmolyte accumulation in moderately halophilic bacteria improves salt tolerance of chickpea. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, p. 1011-1016, 2013.

RADY, M.; KUSVURAN, A.; ALHARBY, H. F.; ALZHRANI, Y.; KUSVURAN, S. Pre-treatment with proline or an organic bio-stimulant induces salt tolerance in wheat plants by improving antioxidant redox state and enzymatic activities and reducing the Oxidative stress. **J. Plant Growth Regul.** 38, 449–462, 2019.

RADY, M.M.; TAHA, R.S.; MAHDI, A.H. Proline enhances growth, productivity and anatomy of two varieties of *Lupinus termis* L. grown under salt stress. **South African Journal of Botany**, v. 102, p. 221-227, 2016.

RAI, V. K. Role of amino acids in plant responses to stresses. **Biol Plant** 45:481–487, 2002.

RANGANATHAN, K.; WALID, E. K.; COOKE, J. E. K.; EQUIZA, M. A.; VAZIRIYEGANEH, M.; ZWIAZEK, J. J. Over-expression of PIP2 aquaporin alleviates gas exchange and growth inhibition in poplars exposed to mild osmotic stress with polyethylene glycol. **Acta Physiol Plant.**;39:187, 2017.

RASHID M. et al. Anti-bacterial activity of pigments isolated from pigment-forming soil bacteria. **British Journal of pharmaceutical research**, v. 4, n. 8, p.880-894, 2014.

RAVEN, J. A. Silicon transport at the cell and tissue level. In: DATONOFF, L.;SNYDER, G.; KORNDÖRFER, G. (Ed.). **Silicon in agriculture**. New York: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

REEZI, S.; BABALAR, M.; KALANTARI, S. Silicon alleviates salt stress, decreases malondialdehyde content and affects petal color of salt stressed cut rose (*Rosa hybrida* L.) Hot Lady. **Afr. J. Biotechnol.**, 8, 1502–1508, 2009.

REGO, S. S. et al. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; RODRIGUES, F. L.; BERNARDO, A. L.; GARCIA, N. C. P. Efeito da poda de raízes de mudas de eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 2, n. 1, p. 137-145, 1996.

RENGASAMY, P. Soil processes affecting crop production in salt affected soils. **Functional Plant Biology**, v. 37, p. 613-620, 2010.

RIOS, J. Á. et al. Photosynthetic gas exchange in leaves of wheat plants supplied with silicon and infected with *Pyricularia oryzae*. **Acta Physiologiae Plantarum**, Heidelberg, v. 36, n. 2, p. 371-379, 2014.

RIZWAN, M.; ALI, S.; IBRAHIM, M.; FARID, M.; ADREES, M.; BHARWANA, S. A., et al. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of drought and salt stress in plants: a review. **Environ. Sci. Pollut. Res.**, 22, 15416–15431, 2015.

ROCHA, M. D. A. M.; VIEIRA, J. M. S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L. Respostas fisiológicas diária de espécies lenhosas sob estresse hídrico, em solo com e

sem adição de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 11, n. 2, 2017.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; LUZ, J. M. Q.; SOUSA, V. B. F.; SOUSA, J. B.; NUNES, A. C. P.; TRINDADE, P. R. Clorofila a e b de tomateiro tratado com silicato de potássio e fungicida. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 09, n. 2, p. 54-64, 2016.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P.; KORNDÖRFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas**, n.134, p.14-20, 2011.

ROESER, K. R. Die nadel der schwarzkiefer-massenproduct und kunstwerk der nature. **Mikrokosmos**. 61 (2): 33-36. 1972.

ROMÃO, P. V. M.; PALOZI, R. A. C.; GUARNIER, L. P.; SILVA, A. O.; LORENÇONE, B. R.; NOCCHI, S. R.; MOURA, C. C. F. S.; LOURENÇO, E. L. B.; SILVA, D. B.; GASPAROTTO JUNIOR, A. Cardioprotective effects of *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel in a rabbit model of doxorubicin-induced heart failure. **J. Ethnopharmacol**, 2019.

ROWLAND et al. Death from drought in tropical forests is triggered by hydraulics not carbon starvation. **Nature** 528: 119, 2015.

ROY, S.J.; NEGRAO, S.; TESTER, M. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 26, p. 115-124, 2014.

RUPPEL, S.; FRANKEN, P.; WITZEL, K. Properties of the halophyte microbiome and their implications for plant salt tolerance. **Functional Plant Biol.**, 40, 940–951, 2013.

RYAN, M. G. Tree responses to drought. *Tree Physiology*, v. 31, n. 1, p. 237-239, 2011.

SALES, M. A. L. et al. Germinação da vinagreira em função de cinco níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 68-74, 2014.

SALLEO, S.; LO GULLO, M.A.; TRIFILO, P.; NARDINI, A. New evidence for a role of vessel-associated cells and phloem in the rapid xylem refilling of cavitated stems of *Laurus nobilis* L. **Plant, Cell and Environment**, 27,1065–1076, 2004.

SALOMÃO, L.C.C., SIQUEIRA, D. L, AQUINO, C. F., LINS, L. C. R. Jabuticaba—*Myrciaria* spp. In: RODRIGUES, S., SILVA, E., BRITO, E. **Exotic fruit reference guide**, 1 ed., Academic Press, 2018, 488 p.

SAMUELS, A. L.; KUNST, L.; JETTER, R. Sealing plant surfaces: cuticular wax formation by epidermal cells. **Annu Rev Plant Biol.**, 59:683-707, 2008.

SANDHYA, K.; PRAKASH, N. B.; MEUNIER, J. D. Diatomaceous earth as source of silicon on the growth and yield of rice in contrasted soils of Southern India. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 18 (2), 344-360, 2018.

SANTOS, C. A. et al. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016.

- SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. **Jaboticabeira. Fruticultura tropical: espécies exóticas**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 239-258p.
- SANTOYO, G.; MORENO-HAGELSIEB, G.; DEL CARMEN OROZCO-MOSQUEDA, M.; GLICK, B.R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. **Microbiol. Res.** 183, 92–99, 2016.
- SARMENTO, M. B.; SILVA, A. C. S.; SILVA, C. S. Recursos genéticos de frutas nativas da família Myrtaceae no Sul do Brasil. **Magistra**. Cruz das Almas, v. 24, n. 4, p.250-262, 2012.
- SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.571-576, 2010a.
- SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.577-583, 2010b.
- SAVVAS, D.; MANOS, G.; KOTSIRAS, A.; SOUVALIOTIS, S. Effects of silicon and nutrient-induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. **J. Appl. Bot. Food Qual.**, 76, 153–158, 2002.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISS-MANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.
- SCARPARE FILHO, J. A.; NETO, J. T.; COSTA, J. W. H.; KLUGE, R. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jaboticabeira Sabará (*Myrciaria jaboticaba*), em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, n.2, p.146-149, 1999.
- SCHÜTZENDÜBEL, A., POLLE, A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. **J. Exp. Bot.** 53, 1351–1365, 2002.
- SECCHI, F., PAGLIARANI, C., ZWIENIECKI, M.A. The functional role of xylem parenchyma cells and aquaporins during recovery from severe water stress. **Plant Cell, Environ.** 40, 858–871, 2017.
- SECCHI, F., ZWIENIECKI, M.A. Accumulation of sugars in the xylem apoplast observed under water stress conditions is controlled by xylem pH. **Plant, Cell e Environment**, v. 39, 11, 2350-2360, 2016.
- SECCHI, F.; GILBERT, M.E.; ZWIENIECKI, M.A. Transcriptome response to embolism formation in stems of *Populus trichocarpa* provides insight into signaling and the biology of refilling. **Plant Physiology**, 157, 1419–1429, 2011.
- SECCHI, F.; ZWIENIECKI, M. A. Analysis of Xylem Sap from Functional (Nonembolized) and Nonfunctional (Embolized) Vessels of *Populus nigra*: Chemistry of Refilling. **Plant Physiology**, 160, 955–964, 2012.
- SECCHI, F.; ZWIENIECKI, M. A. Patterns of PIP gene expression in *Populus trichocarpa* during recovery from xylem embolism suggest a major role for the PIP1 aquaporin subfamily as moderators of refilling process. **Plant, Cell & Environment**, 33, 1285–1297, 2010.

SECCHI, F.; ZWIENIECKI, M.A. Down-Regulation of Plasma Intrinsic Protein1 Aquaporin in *Poplar* Trees Is Detrimental to Recovery from Embolism. **Plant Physiology**, 164,1789–1799, 2014..

SECCHI, F.; ZWIENIECKI, M.A. Sensing embolism in xylem vessels: the role of sucrose as a trigger for refilling. **Plant, Cell & Environment**, 34,514–524, 2011.

SEMIDA, W.M.; TAHA, R.S.; ABDELHAMID, M.T.; RADY, M.M. Foliar-applied α -tocopherol enhances salt-tolerance in *Vicia faba* L. plants grown under saline conditions. **South African Journal of Botany**, 95, 24–31, 2014.

SERAGLIO, S. K. T.; SCHULZ, M.; NEHRING, P., et al., Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chem.**, 239, 649–656, 2018.

SGROY, V.; CASSÁN, F.; MASCIARELLI, O.; DEL, PAPA MF; LAGARES, A.; LUNA, V. Isolation and characterization of endophytic plant growth-promoting (PGPB) or stress homeostasis-regulating (PSHB) bacteria associated to the halophyte *Prosopis strombulifera*. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 85, 371–381, 2009.

SHABALA, S. Learning from halophytes: physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. **Ann Bot.** 112, 1209–1221, 2013.

SHABALA, S. Non-invasive microelectrode ionflux measurements in plant stress physiology. In: Volkov, A. (Ed.), **Plant Electrophysiology–Theory and Methods**. Springer-Verlag, Berlin, pp. 35–71, 2006.

SHABALA, S.; CUIN, T.A. Potassium transport and plant salt tolerance. **Physiol. Plant.** 133, 651-669, 2008.

SHABALA, S.; NEWMAN, I. Light-induced changes in hydrogen, calcium, potassium, and chloride ion fluxes and concentrations from the mesophyll and epidermal tissues of bean leaves. Understanding the ionic basis of light-induced bioelectrogenesis. **Plant Physiol.** 119, 1115-1124, 1999.

SHABALA, S.; POTTOSIN, I. Regulation of potassium transport in plants under hostile conditions: implications for abiotic and biotic stress tolerance. **Physiol. Plant.** 151, 257–279, 2014.

SHAKOOR, S. A.; BHAT, M. A. Biomineralisation of silicon and calcium in plants and its control: an overview. **Plant**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 6-13, 2014.

SHARMA, S.; KULKAMI, J.; JHA, B. Halotolerant rhizobacteria promote growth and enhance salinity tolerance in peanut. **Front. Microbiol.**, 7:1600, 2016.

SHI, H.; QUINTERO, F.J.; PARDO, J.M.; ZHU, J.K. The putative plasma membrane Na^+/H^+ antiporter SOS1 controls long-distance Na^+ transport in plants. **The Plant Cell**, v. 14, p. 465-477, 2002.

SHI, Y.; WANG, Y.; FLOWERS, T.J.; GONG, H. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. **Journal of Plant Physiology**, v.170, n.9, p. 847-853, 2013.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.22, p. 123–131, 2015.

SIDDIKEE, M.A.; CHAUHAN, P.S.; ANANDHAM, R.; GWANG-HYUN, H.; TONG-MIN, S. Isolation, characterization, and use for plant growth promotion under salt stress, of ACC deaminase-producing halotolerant bacteria derived from coastal soil. **J. Microbiol. Biotechnol.** 20 (11), 1577–1584, 2010.

SIDDIQI, M. T.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of plant nutrition**, New York, v. 4, p. 289-302, 1981.

SIDDIQUI, M. H.; AL-WHAIBI, M. H.; BASALAH, M. O. Interactive effect of calcium and gibberellin on nickel tolerance in relation to antioxidant systems in *Triticum aestivum* L. **Protoplasma**, v. 248, n. 3, p. 503–511, 2011.

SIDDIQUI, M. H.; AL-WHAIBI, M. H.; SAKRAN, A. M.; BASALAH, M. O.; ALI, H. M. Effect of calcium and potassium on antioxidant system of *Vicia faba* L. under cadmium stress. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 6, p. 6604–6619, 2012.

SILVA JÚNIOR, G. S. E. et al. Comportamento estomático em genótipos diplóides de bananeira submetidos ao estresse salino. **Revista CIENTEC**, Recife.v. 4, n. 2, p.33-43, 2012.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 86-93, 2013.

SILVA, A. R.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; ARAÚJO, L. M.; BEZERRA, M. A. F. Frequency of irrigation with saline water in sugar-apple seedlings produced on substrate with polymer **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.22, n.12, p.825-830, 2018.

SILVA, E. C. A.; COSTA, J. R. S.; COSTA, P. C. F.; ALCANTAR, A. M. A. C.; SANTOS, C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Influência da salinidade na emergência e crescimento inicial de mulungu. **Revista Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAUJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A.D.; Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008.

SILVA, F. A. M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J. M. P.; CARVALHO, J. G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v.6, n.1, p. 52-59, 2000.

SILVA, F. D.; PEREIRA, F. H. F.; CAMPOS-JÚNIOR, J. E.; NOBREGA, J.S.; DIAS, M. D. S. Aplicação foliar de prolina no crescimento e fisiologia do milho verde cultivado em solo salinizado **Colloquium Agrariae**, v. 16, n.5, Set-Out, p. 23-34, 2020.

SILVA, M. C.; SOUZA, V. B.; THOMAZINI, M., et al. Use of the jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) depulping residue to produce a natural pigment powder with functional properties. **LWT Food Science and Technology**, 55, 203–209, 2014.

SILVA, M. L. S.; RESENDE, J. T. V.; TREVIZAM, A.; SCHWARZ, K. Influência do silício na produção e na qualidade de frutos do morangueiro. **Revista Semina**, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3411-3424, 2013.

SILVA, R. C. DA; GRZYBOWSKI, C. R. DE S.; PANOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: Influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p.491-499, 2016.

SILVA, R. N. et al. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 40-44, 2007.

SILVA, V. M. A.; BRITO, F. A. E.; RAMOS, K. A.; SILVA, R. M.; MARTINS, C. M.; MARTINS, S. C. S. Atividade Enzimática de Actinobactérias do Semiárido. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.08, 2015.

SILVEIRA, A. G. J.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional Científico Tecnológico em Salinidade, Fortaleza, 2010. 472p.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; GONÇALVES, A. N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: Diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 79-104, 2005.

SILVEIRA, S. S.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J.; QUOIRIN, M. Somatic embryogenesis from mature split seeds of jaboticaba (*Plinia peruviana* (Poir) Govaerts). **Acta Scientiarum-Agronomy**, v. 42, p. e43798, 2020.

SIMON-SARKADI, L.; KOCSY, G.; VARHEGYI, A.; GALIBA, G.; DE RONDE, J.A. Genetic manipulation of proline accumulation influences the concentrations of other amino acids in soybean subjected to simultaneous drought and heat stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 7512-7517, 2005.

SINGH, A. K.; DUBEY, R. S. Changes in chlorophyll a and b contents and activities of photosystems 1 and 2 in rice seedlings induced by NaCl. **Photosynth**, 31, 489–499, 1995.

SLAMA, I.; ABDELLEY, C.; BOUCHEREAU, A.; FLOWERS, T.; SAVOURE, A. Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. **Annals of Botany**, v. 115, p.433-447, 2015.

SOBAHAN, M.A.; ARIAS, C.R.; OKUMA, E.; SHIMOISHI, Y.; NAKAMURA, Y.; HIRAI, Y.; MORI, I.C.; MURATA, Y. Exogenous proline and glycinebetaine suppress apoplastic flow to reduce Na⁺ uptake in rice seedlings. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 73, p. 2037-2042, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (SBCS-CQFS). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS. 2004. 400 p.

SONOBE, K.; HATTORI, T., AN, P.; TSUJI, W.; ENEJI, A.E.; KOBAYASHI, S.; KAWAMURA, Y.; TANAKA, K.; INANAGA, S. Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. **Journal Plant Nutrition**, v.34, p.71–82, 2011.

- SOUSA, A. B. O., BEZERRA, M. A., FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.390-394, 2011.
- SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.310- 318, 2011.
- SOUSA, G. G., VIANA, T. V. A., LACERDA, C. F., AZEVEDO, B. M., SILVA, G. L., COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 359-367, 2014.
- SOUZA, C. G.; ANDRADE, D. M. L.; JORDÃO, J. B. R., et al., Radical scavenger capacity of jaboticaba fruit (*Myrciaria cauliflora*) and its biological effects in hypertensive rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 1–10, 2017.
- SOUZA, J.P.F.; MARTINS, G.L.M.; PEREIRA, A.C.; BINOTTI, F.F.S.; MARUYAMA, W.I. Efeito de silicato de cálcio e magnésio no crescimento inicial de milho transgênico. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.2, n.3, p.13-17, 2015.
- SOUZA, Y. A. et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.
- SOUZA-MOREIRA, T.; SEVERI, J. A.; LEE, K., et al., Anti-Candida targets and cytotoxicity of casuarinin isolated from *Plinia cauliflora* leaves in a bioactivity-guided study. **Molecules**, 18, 8095–8108, 2013.
- SPERRY J.S. Evolution of water transport and xylem structure. **Int. J. Plant Sci.** 164(3 Suppl.), S115–S127, 2003.
- SPERRY, J.S.; STILLER, V.; HACKE, U.G. Xylem hydraulics and the soil-plant-atmosphere continuum: Opportunities and unresolved issues. **Agronomy Journal** 95,1362–1370, 2003.
- SUN, Y.; WANG, D.; BAI, Y.L.; WANG, N.N.; WANG, Y. Studies on the overexpression of the soybean GmNHX1in*Lotus corniculatus*: the reduced Na⁺ level is the basis of the increased salt tolerance. **Chinese Science Bulletin**. v. 51, p. 1306-1315, 2006.
- SZABADOS, L., SAVOURE, A., 2010. Proline: a multifunctional amino acid. **Trends Plant Sci.** 15, 89–97, 2010.
- SZABADOS, L.; KOVACS, H.; ZILBERSTEIN, A.; BOUCHEREAU, A. Plants in extreme environments: importance of protective compounds in stress tolerance. **Advances in Botanical Research**, v.57, 105-150, 2011.
- SZYMAŃSKA, S.; PŁOCINICZAK, T.; PIOTROWSKA-SEGET, Z.; ZŁOCH, M.; RUPPEL, S.; HRYNKIEWICZ, K. Metabolic potential and community structure of endophytic and rhizosphere bacteria associated with the roots of the halophyte *Aster tripolium* L. **Microbiol. Res.** 182, 68–79, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 858p., 2017.

TÁVORA, F.J.A.F. et al. Crescimento e Relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.2, p.441-446, 2001

TEH, C.; SHAHARUDDIN, N.A.; HO, C.; MAHMOOD, M. Exogenous proline significantly affects the plant growth and nitrogen assimilation enzymes activities in rice (*Oryza sativa*) under salt stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 38, p.151, 2016.

TIMMUSK, S.; BEHERS, L.; MUTHONI, J.; MURAYA, A.; ARONSSON, A. C. Perspectives and challenges of microbial application for crop improvement. **Front Plant Sci** 8:49, 2017.

TREVIZANI, J. H.; RODRIGUES, R. R.; DE SÁ, L. V.; ANDRADE, S. M.; PEREIRA, R. I. Propagação da jaboticabeira (*Plinia jaboticaba*) pelo método de alporquia submetido a diferentes concentrações de AIB. In: **Anais, ENCONTRO LATINO - AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15.; ENCONTRO LATINO - AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11.**, 2012, São José dos Campos.

TUNA, A. L.; KAYA, C.; HIGGS, D.; MURILLO-AMADOR, B.; AYDEMIR, S.; AND GIRGIN, A. R. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 62, p.10–16, 2008.

TURKAN, I.; DEMIRAL, T. Recent developments in understanding salinity tolerance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, p. 2-9, 2009.

TURNER, N.C.; COLMER, T.D.; QUEALY, J.; PUSHPAVALLI, R.; KRISHNAMURTHY, L.; KAUR, J.; SINGH, G.; SIDDIQUE, K.H.M.; VADEZ, V. Salinity tolerance and ion accumulation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) subjected to salt stress. *Plant Soil*, v. 365, p. 347-361, 2013.

TYREE, M.T.; EWERS, F.W. The hydraulic architecture of trees and other woody plants. **New Phytologist**, n.119, p.345-360, 1991. (Tansley Review, 34).

TYREE, M.T.; SPERRY, J.S. Vulnerability of xylem to cavitation and embolism. **Annual Rev Plant Physiology Molecular Biology**; v.40, p.19-38, 1989.

ULLAH, A.; AKBAR, A.; LUO, Q.; KHAN, A. H.; MANGHWAR, H.; SHABAN, M.; YANG, X. Microbiome diversity in cotton rhizosphere under normal and drought conditions. **Microb Ecol** 77:429–439, 2019.

USMAN, H.M.; ABDULKADIR, N.; GANI, M. et al. Bacterial pigments and its significance. **MOJ Bioequiv Availab.**, 4(3):285-288, 2017.

VADEZ, V. Root hydraulics: the forgotten side of roots in drought adaptation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 165, p. 15-24, 2014.

VELIKOVA, V.; YORDANOV, I.; EDREVA, A. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. **Plant Science**, v. 151, p. 59-66, 2000.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino Acids**, v. 35, p. 753-759, 2008.

VERSLUES, P. E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J. K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, 45:523-539, 2006.

VIKAS, S. et al. Isolation and characterization of pigment producing bacteria from various foods for their possible use as biocolours. **International Journal of recent scientific research**, v. 4, n. 10, p. 1605-1609, 2013.

VOOGT, W.; SONNEVELD, C. **Silicon in Agriculture**; Elsevier: Amsterdam, Netherlands, 2011.

WAHID, A.; FAROOQ, M.; BASRA, S. M.A.; RASUL, E.; SIDDIQUE, K.H.M. Germination of Seeds and Propagules under Salt Stress. 2010. In: Handbook of Plant and Crop Stress, 3rd Edition, Revised and Expanded (M. Pessarakli, Ed.), p. 322-332, CRC Press, Taylor & Francis Publishing Company, Florida.

WAN, X.; ZWIAZEK, J. J.; LIEFERS, V. J.; LANDHÄUSSER, S. M. Hydraulic conductance in aspen (*Populus tremuloides*) seedlings exposed to low root temperatures. **Tree Physiol.**;21:691–6, 2001.

WANG, S.; LIU, P.; CHEN, D.; YIN, L.; LI, H.; DENG, X. Silicon enhanced salt tolerance by improving the root water uptake and decreasing the ion toxicity in cucumber. *Frontiers Plant Science*, v. 6, 759, 2015.

WANG, W.; TYAN, Y.; CHEN, Z., et al. Evaluation of the antioxidant activity and antiproliferative effect of the jaborcaba (*Myrciaria cauliflora*) seed extracts in oral carcinoma cells. **BioMed Res. Int.**, 1–7, 2014.

WANG, X. S.; HAN, J. G. Effects of NaCl and silicon on distribution in the roots, shoots and leaves of two alfalfa cultivars with different salt tolerance. **Soil Sci. Plant Nutr.**, 53, 278–285, 2007.

WANI, A. S.; AHMAD, A.; HAYAT, S.; TAHIR, I. Is foliar spray of proline sufficient for mitigation of salt stress in *Brassica juncea* cultivars? **Environ. Sci. Pollut. Res.** 23, 13413–13423, 2016.

WANI, A.S.; IRFAN, M.; HAYAT, S.; AHMAD, A. Response of two mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars differing in photosynthetic capacity subjected to proline. **Protoplasma**, v. 49, p. 75-87, 2012.

WILLADINO, L.; CAMARA, T.R.; BOGET, N.; SANTOS, M.; TORNÉ, J.M. Polyamines and free amino acid variation in NaCl-treated embryogenic maize callus from sensitive and resistant cultivars. **Journal of Plant Physiology**, v. 149, p. 179-185, 1996.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 6, n. 11, p. 1- 23, 2010.

WU, G. Q.; FENG, R. J.; LI, S. L.; DU, Y. Y. Exogenous application of proline alleviates salt-induced toxicity in sainfoin seedlings. **J. Anim. Plant Sci.** 27, 246–251, 2017.

WU, S.; LONG, C.; KENNEL, E. J. Phytochemistry and health-benefits of jaborcaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Res. Int.**, 54, 148–159, 2013.

XU, C. X.; MA, Y. P.; LIU, Y. L. Effects of silicon (Si) on growth, quality and ionic homeostasis of aloe under salt stress. **South Afr. J. Bot.** 98, 26-36, 2015.

XU, C.; LI, X.; ZHANG, L. The Effect of Calcium Chloride on Growth, Photosynthesis, and Antioxidant Responses of *Zoysia japonica* under Drought Conditions. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, p. 1–10, 2013.

XU, H.; VAVILIN, D.; VERMAAS, W. Chlorophyll b can serve as the major pigment in functional photosystem II complexes of cyanobacteria. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, vol. 98, n. 24, p. 14168-14173, 2001.

YAMAGUCHI, T.; AHARON, G. S.; SOTTOSANTO, J. B.; BLUMWALD, E. Vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter cation selectivity is regulated by calmodulin from within the vacuole in a Ca²⁺- and pH dependent manner. **Proc Natl Acad Sci**, 102:16107-16112, 2005.

YAMAMOTO, K.; SHIWA, Y.; ISHIGE, T.; SAKAMOTO, H.; TANAKA, K.; UCHINO, M.; TANAKA, N.; OGURI, S.; SAITOH, H.; TSUSHIMA, S. Bacterial diversity associated with the rhizosphere and endosphere of two halophytes: *Glaux maritima* and *Salicornia europaea*. **Front. Microbiol.**, 9, 1–12, 2018.

YAN, N.; MARSCHNER, P.; CAO, W.; ZUO, C.; QIN, W. Influence of salinity and water content on soil microorganisms. **International Soil and Water Conservation Research**, 3: 316-323, 2015.

YAN, Z.; GUO, S.; SHU, S.; SUN, J AND TEZUKA, T. Effects of proline on photosynthesis, root reactive oxygen species (ROS) metabolism in two melon cultivars (*Cucumis melo* L.) under NaCl stress. **African Journal of Biotechnology** Vol. 10(80), pp. 18381-18390, 2011.

YANG, T.; POOVAIAH, B. W. Calcium/calmodulin-mediated signal network in plants. **Trends Plant Sci** 8:505-812, 2003.

YANG, X.; ZHANG, X. Regulation of somatic embryogenesis in higher plants. **Critical Reviews in Plant Science**, 29(1), 36-57, 2010.

YAZICI, I.; TÜRKAN, I.; SEKMEN, A.H.; DEMIRAL, T. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea* L.) is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, p. 49-57, 2007.

YEO, A. R.; FLOWERS, S. A.; RAO, G.; WELFARE, K.; SENANAYAKE, N.; FLOWERS, T. J. Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions and this is accounted for by a reduction in the transpirational bypass flow. **Plant Cell Environment**, v. 22, p. 559–565, 1999.

ZAHARAN, H.H.; MARÍN-MANZANOB, M.C.; JUAN SANCHEZ-RAYAC, A.; BEDMARA, E.J.; VENEMAB, K.; PILAR RODRÍGUEZ-ROSALES, M. 2007. Effect of salt stress on the expression of NHX-type ion transporters in *Medicago intertexta* and *Melilotus indicus* plants. **Physiology Plant**, v. 131, p. 122-130, 2007.

ZHANG, M., HUANG, H., DAI, S. Isolation and expression analysis of proline metabolism-related genes in *Chrysanthemum lavandulifolium*. **Gene** 537 (2), 203–213, 2014.

ZHANG, S., FENG, M., CHEN, W., ZHOU, X., LU, J., WANG, Y., LI, Y., JIANG, C.Z., GAN, S.S., MA, N., GAO, J. In rose, transcription factor PTM balances growth and drought survival via PIP2;1 aquaporin. **Native Plants** 5, 290–299, 2019.

ZHANG, W.; YU, X.; LI, M.; LANG, D.; ZHANG, X. XIE, Z. Silicon promotes growth and root yield of *Glycyrrhiza uralensis* under salt and drought stresses through enhancing osmotic adjustment and regulating antioxidant metabolism. **Crop Protection**, v.107, p.1-11p, 2018.

ZHANG, W.J.; XIE, Z.C.; WANG, L.H.; LI, M.; LANG, D.Y.; ZHANG, X.H. Silicon alleviates salt and drought stress of *Glycyrrhiza uralensis* seedling by altering antioxidant metabolism and osmotic adjustment. **Journal Plant Research**, v. 130, p. 611–624, 2017.

ZHANG, X. Z.; WANG, K. H.; ERVIN, E. H.; WALTZ, C.; MURPHY, T. Metabolic changes during cold acclimation and deacclimation in five bermudagrass varieties. I. Proline, total amino acid, protein, and dehydrin expression. **Crop Sci** 51:838–846, 2011.

ZHOU, G.; GUAN, R.; LI, Y.; CHANG, R.; QIU, L. Molecular characterization of GmNHX2. A Na⁺/H⁺ antiporter gene homolog from soybean, and its heterologous expression to improve salt tolerance in *Arabidopsis*. **Chinese Science Bulletin**, v.54, p. 3536-3545, 2009.

ZHOU, X. Y.; SONG, L.; XUE, H. W. Brassinosteroids regulate the differential growth of *Arabidopsis* hypocotyls through auxin signaling components IAA19 and ARF7. **Molecular Plant**, v. 6, n. 3, p. 887–904, 2013.

ZHU, J. K.; LIU, J.; XIONG, L. Genetic analysis of salt tolerance in *Arabidopsis*. Evidence for a critical role of potassium nutrition. **Plant Cell**.;10(7):1181–1191, 1998.

ZHU, J.-K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 6, p. 66-71, 2001.

ZHU, Y.; GONG, H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. **Agron. Sustain. Dev.**, 34, 455–472, 2014.

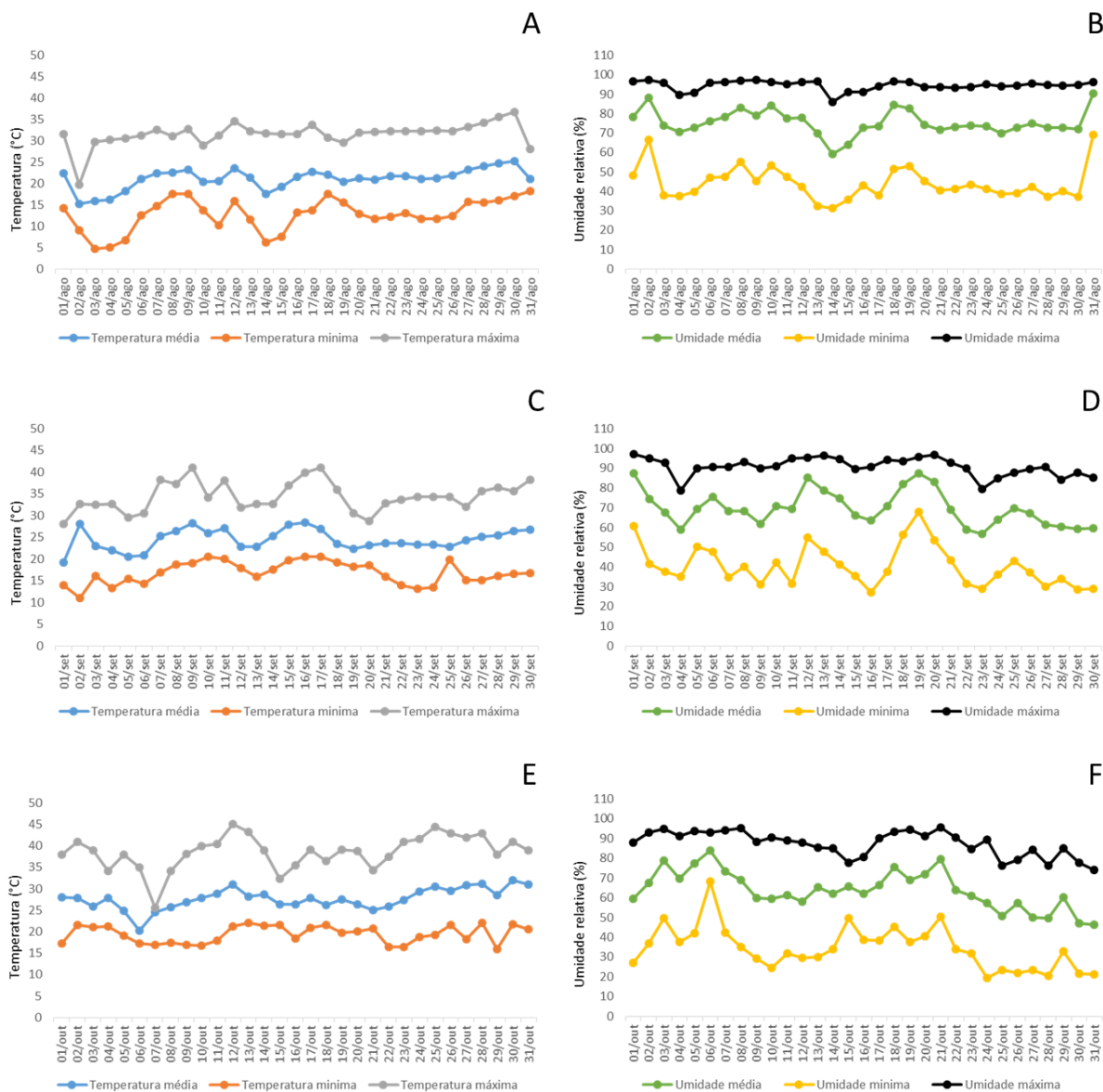
ZHU, Y.; XU, X.; HU, Y.; HAN, W.; YIN, J.; LI, H. Silicon improves salt tolerance by increasing root water uptake in *Cucumis sativus* L. **Plant Cell Report**, v. 34, p.1629–1646, 2015.

ZHU, Y.X.; GUO, J.; FENG, R.; JIA, J.H.; HAN, W.H.; GONG, H.J. The regulatory role of silicon on carbohydrate metabolism in *Cucumis sativus* L. under salt stress. **Plant Soil**, 406, 231–249, 2016.

ZUCCARINI, P. Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress. **Biologia Plantarum**, v. 52, p. 157–160, 2008.

APENDICES E ANEXOS

APENDICE 1 - Temperaturas máxima, média e mínima (°C) e umidades relativas máxima, média e mínima (%) do ar dentro da casa de vegetação durante os meses de agosto (A e B), setembro (C e D) e outubro (E e F) de 2019. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



APENDICE 2 - Caracterização dos solos dos lisímetros onde se desenvolveram as plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g de terra de diatomaceae (fonte de silício) por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹; 4,0 dS m⁻¹; 6,0 dS m⁻¹; 8,0 dS m⁻¹ e 10,0 dS m⁻¹; Controle água destilada. 90 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	CE	M.O	CTC _{pH 7,0}	SB	V (%)	pH	P	K	K	Al	H+Al	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Silício (g/kg)		(g/dm ³)	----- (Cmol / dm ³) -----				(mg / dm ³)	(Cmol / dm ³)	(mg / dm ³)		----- (Cmol / dm ³) -----						
0	0,0	42,89	16,96	14,60	86,08	6,60	124,93	1,10	430,10	0,0	2,36	10,30	3,20	0,0	0,0	0,0	0,0
0	2,0	52,27	16,48	14,41	87,44	6,60	124,93	1,51	590,41	0,0	2,07	11,90	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0	4,0	53,61	19,58	17,51	89,43	6,50	147,06	1,71	668,61	0,0	2,07	10,80	5,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0	6,0	44,23	19,79	17,25	87,17	6,40	147,06	1,65	645,15	0,0	2,54	11,80	3,80	0,0	0,0	0,0	0,0
0	8,0	46,91	18,20	15,25	83,79	6,10	147,06	1,35	527,85	0,0	2,95	10,30	3,60	0,0	0,0	0,0	0,0
0	10,0	45,57	18,64	15,69	84,17	5,90	124,93	1,29	504,39	0,0	2,95	10,50	3,90	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0	2,0	56,29	18,23	15,97	87,60	6,40	147,06	1,87	731,17	0,0	2,26	10,70	3,40	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0	4,0	52,27	20,40	17,93	87,89	6,40	147,06	1,93	754,63	0,0	2,47	11,70	4,30	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0	6,0	52,27	17,22	14,75	85,66	6,40	124,93	1,65	645,15	0,0	2,47	9,90	3,20	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0	8,0	42,89	16,70	13,96	83,59	6,40	124,93	1,46	570,86	0,0	2,74	9,60	2,90	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0	10,0	41,55	16,03	13,49	84,15	6,50	147,06	1,49	582,59	0,0	2,54	9,60	2,40	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	2,0	62,99	16,91	14,84	87,76	6,40	147,06	2,04	797,64	0,0	2,07	9,00	3,80	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	4,0	67,01	18,28	16,02	87,64	6,50	147,06	2,12	828,92	0,0	2,26	10,90	3,00	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	6,0	48,25	16,23	13,69	84,35	6,40	147,06	1,79	699,89	0,0	2,54	9,60	2,30	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	8,0	50,93	15,10	12,84	85,03	6,50	147,06	1,54	602,14	0,0	2,26	8,50	2,80	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	10,0	46,91	15,67	13,13	83,79	6,40	147,06	2,23	871,93	0,0	2,54	9,40	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	2,0	56,29	18,67	16,20	86,77	6,50	147,06	1,60	625,60	0,0	2,47	10,50	4,10	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	4,0	54,95	16,60	14,13	85,12	6,30	147,06	2,23	871,93	0,0	2,47	9,80	2,10	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	6,0	48,25	15,51	12,77	82,33	6,40	124,93	1,57	613,87	0,0	2,74	8,50	2,70	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	8,0	56,29	15,95	13,48	84,51	6,40	147,06	1,68	656,88	0,0	2,47	8,90	2,90	0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	10,0	46,91	14,02	11,48	81,88	6,30	147,06	1,68	656,88	0,0	2,54	7,70	2,10	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	2,0	58,97	16,41	14,34	87,39	6,40	124,93	2,04	797,64	0,0	2,07	10,10	2,20	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	4,0	41,55	15,79	13,05	82,65	6,40	124,93	1,65	645,15	0,0	2,74	8,50	2,90	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	6,0	41,55	15,40	12,86	83,51	6,50	124,93	1,76	688,16	0,0	2,54	7,60	3,50	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	8,0	53,61	16,48	14,22	86,29	6,50	147,06	1,82	711,62	0,0	2,26	8,90	3,50	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	10,0	46,91	15,31	12,57	82,10	6,30	124,93	1,57	613,87	0,0	2,74	7,80	3,20	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	2,0	60,31	17,54	15,07	85,07	6,50	102,79	1,57	613,87	0,0	2,47	10,40	3,10	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	4,0	46,91	16,92	13,97	82,57	6,50	124,93	1,57	613,87	0,0	2,95	9,50	2,90	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	6,0	50,93	16,48	14,01	85,01	6,50	124,93	1,71	668,61	0,0	2,47	9,30	3,00	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	8,0	52,27	16,89	14,63	86,62	6,50	124,93	1,73	676,43	0,0	2,26	9,00	3,90	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	10,0	42,89	15,11	12,57	83,19	6,40	124,93	1,27	496,57	0,0	2,54	8,80	2,50	0,0	0,0	0,0	0,0

APENDICE 3 - Caracterização dos solos dos lisímetros onde se desenvolveram as plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5g de prolina por quilograma de substrato e submetidas as condutividades de 2,0 dS m⁻¹; 4,0 dS m⁻¹; 6,0 dS m⁻¹; 8,0 dS m⁻¹ e 10,0 dS m⁻¹; Controle água destilada. 90 dias após o início do estresse. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

Prolina (g/kg)	CE	M.O	CTC _{ph 7,0}	SB	V (%)	pH	P	K	K	Al	H+Al	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	(g/dm ³)	(g/dm ³)	(Cmol / dm ³)				(mg/ dm ³)	(Cmol/ dm ³)	(mg/ dm ³)	(Cmol / dm ³)			(mg / dm ³)				
0	0,0	42,89	16,96	14,60	86,08	6,60	124,93	1,10	430,10	0,0	2,36	10,30	3,20	0,0	0,0	0,0	0,0
0	2,0	52,27	16,48	14,41	87,44	6,60	124,93	1,51	590,41	0,0	2,07	11,90	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0	4,0	53,61	19,58	17,51	89,43	6,50	147,06	1,71	668,61	0,0	2,07	10,80	5,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0	6,0	44,23	19,79	17,25	87,17	6,40	147,06	1,65	645,15	0,0	2,54	11,80	3,80	0,0	0,0	0,0	0,0
0	8,0	46,91	18,20	15,25	83,79	6,10	147,06	1,35	527,85	0,0	2,95	10,30	3,60	0,0	0,0	0,0	0,0
0	10,0	45,57	18,64	15,69	84,17	5,90	124,93	1,29	504,39	0,0	2,95	10,50	3,90	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	2,0	52,27	16,48	14,41	87,44	6,60	124,93	1,51	590,41	0,0	2,07	11,90	1,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	4,0	53,61	19,58	17,51	89,43	6,50	147,06	1,71	668,61	0,0	2,07	10,80	5,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	6,0	44,23	19,79	17,25	87,17	6,40	147,06	1,65	645,15	0,0	2,54	11,80	3,80	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	8,0	46,91	18,20	15,25	83,79	6,10	147,06	1,35	527,85	0,0	2,95	10,30	3,60	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	10,0	45,57	18,64	15,69	84,17	5,90	124,93	1,29	504,39	0,0	2,95	10,50	3,90	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	2,0	49,59	17,81	15,62	87,70	6,60	147,06	1,62	633,42	0,0	2,19	9,90	4,10	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	4,0	50,93	16,62	14,55	87,55	6,50	147,06	1,65	645,15	0,0	2,07	10,20	2,70	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	6,0	41,55	17,43	14,89	85,43	6,50	147,06	1,29	504,39	0,0	2,54	9,00	4,60	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	8,0	44,23	17,94	15,58	86,85	6,50	147,06	1,38	539,58	0,0	2,36	9,70	4,50	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	10,0	44,23	17,49	14,95	85,48	6,40	124,93	1,35	527,85	0,0	2,54	9,80	3,80	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	2,0	50,93	18,80	16,54	87,98	6,60	124,93	1,54	602,14	0,0	2,26	10,70	4,30	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	4,0	46,91	19,17	16,98	88,58	6,60	147,06	1,38	539,58	0,0	2,19	11,00	4,60	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	6,0	54,95	18,44	16,54	89,70	6,50	124,93	1,54	602,14	0,0	1,90	11,30	3,70	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	8,0	53,61	18,99	16,92	89,10	6,40	147,06	1,32	516,12	0,0	2,07	10,10	5,50	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	10,0	49,59	17,83	15,47	86,76	6,30	124,93	1,27	496,57	0,0	2,36	9,50	4,70	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	2,0	49,59	20,63	18,09	87,69	6,70	124,93	1,49	582,59	0,0	2,54	11,50	5,10	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	4,0	54,95	19,78	17,52	88,57	6,60	147,06	1,32	516,12	0,0	2,26	11,40	4,80	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	6,0	37,53	18,89	16,53	87,51	6,60	147,06	1,43	559,13	0,0	2,36	10,10	5,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	8,0	46,91	16,49	13,95	84,60	6,60	147,06	1,35	527,85	0,0	2,54	10,40	2,20	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	10,0	50,93	18,02	15,76	87,46	6,50	147,06	1,46	570,86	0,0	2,26	11,00	3,30	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	2,0	46,91	18,80	16,44	87,45	6,70	124,93	1,54	602,14	0,0	2,36	11,50	3,40	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	4,0	56,29	17,06	14,99	87,87	6,70	124,93	1,49	582,59	0,0	2,07	10,50	3,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	6,0	46,91	18,63	16,44	88,24	6,70	124,93	1,24	484,84	0,0	2,19	11,20	4,00	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	8,0	46,91	22,18	19,82	89,36	6,50	147,06	1,82	711,62	0,0	2,36	13,10	4,90	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	10,0	42,89	18,96	16,22	85,55	6,40	124,93	1,32	516,12	0,0	2,74	10,10	4,80	0,0	0,0	0,0	0,0

APENDICE 4 – Condutividade elétrica média (dS m⁻¹) de águas de lixiviação aos 90 dias após o início da aplicação da irrigação com água salina em mudas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra diatomácea ou prolina. UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.

Condutividade elétrica (dS m ⁻¹) água irrigação						
g de terra diatomácea kg de substrato ⁻¹	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
0	0,42	3,05	6,03	9,25	12,04	15,32
1,0	-	3,83	6,99	9,06	12,48	13,73
2,0	-	3,19	6,04	9,32	11,76	14,27
3,0	-	2,81	5,79	9,03	11,68	13,40
4,0	-	2,78	6,54	8,68	12,36	13,65
5,0	-	3,48	6,31	8,33	11,15	13,28
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹) água irrigação						
g de prolina kg de substrato ⁻¹	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
0	0,42	3,05	6,03	9,25	12,04	15,32
0,1	-	2,95	4,46	9,05	11,08	15,14
0,2	-	2,67	5,90	9,07	11,83	15,70
0,3	-	3,17	6,48	8,64	12,74	12,98
0,4	-	3,07	6,42	9,54	11,91	15,19
0,5	-	2,94	7,85	9,24	10,71	14,34

APENDICE 5 - Resumo da análise de variância para índice de velocidade de germinação de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	24.638	6.1596	15.9838	6.3800e-10
SILICIO	5	25.287	5.0574	13.1238	1.3450e-09
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	39.231	1.9615	5.0901	3.4883e-08
Residuo	90	34.683	0.3854		
Total	119	123.839			

CV = 39.77 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1001322

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando CONDUTIVIDADE dentro de cada nivel de SILICIO

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
SILICIO	5	25.28706	5.05741	13.1238	0
CONDUTIVIDADE:SILICIO 0	4	7.94978	1.98745	5.1573	9e-04
CONDUTIVIDADE:SILICIO 1	4	1.40953	0.35238	0.9144	0.4592
CONDUTIVIDADE:SILICIO 2	4	38.11917	9.52979	24.7294	0
CONDUTIVIDADE:SILICIO 3	4	3.15853	0.78963	2.0491	0.0942
CONDUTIVIDADE:SILICIO 4	4	3.44156	0.86039	2.2327	0.0717
CONDUTIVIDADE:SILICIO 5	4	9.79028	2.44757	6.3513	2e-04
Residuo	90	34.68267	0.38536		
Total	119	123.83858	1.04066		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	5.8780	5.8780	15.25	0.00018
Efeito quadratico	1	0.9389	0.9389	2.44	0.12206
Efeito cubico	1	1.0427	1.0427	2.71	0.10347
Desvios de Regressao	1	0.0901	0.0901	0.23	0.62979
Residuos	90	34.6827	0.3854		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 1 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	1.078411
2	2	1.169855
3	4	1.345082
4	6	1.153444
5	8	1.813378

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 2 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	22.2806	22.2806	57.82	0
Efeito quadratico	1	14.2370	14.2370	36.94	0
Efeito cubico	1	1.3746	1.3746	3.57	0.06215
Desvios de Regressao	1	0.2269	0.2269	0.59	0.44488
Residuos	90	34.6827	0.3854		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 3 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	0.6435524
2	2	1.5927700
3	4	0.9864474
4	6	0.5167647
5	8	1.2785073

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 4 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	0.9820102
2	2	1.8946526
3	4	1.7088857
4	6	1.9108671
5	8	1.0267269

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 5 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0	0	0	0.99971
Efeito quadratico	1	0.0122	0.0122	0.03	0.85899
Efeito cubico	1	4.4600	4.4600	11.57	0.001
Desvios de Regressao	1	5.3180	5.3180	13.8	0.00035
Residuos	90	34.6827	0.3854		

Desdobrando SILICIO dentro de cada nivel de CONDUTIVIDADE

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
CONDUTIVIDADE	4	24.63831	6.15958	15.9838	0
SILICIO:CONDUTIVIDADE 2	5	35.27978	7.05596	18.3099	0
SILICIO:CONDUTIVIDADE 4	5	4.32172	0.86434	2.2429	0.0567
SILICIO:CONDUTIVIDADE 6	5	10.95972	2.19194	5.688	1e-04
SILICIO:CONDUTIVIDADE 8	5	10.76685	2.15337	5.5879	2e-04
SILICIO:CONDUTIVIDADE 10	5	3.18954	0.63791	1.6553	0.1536
Residuo	90	34.68267	0.38536		
Total	119	123.83858	1.04066		

SILICIO dentro do nivel 2 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	7.3290	7.3290	19.02	3e-05
Efeito quadratico	1	0.0416	0.0416	0.11	0.74322
Efeito cubico	1	0.4505	0.4505	1.17	0.28249
Desvios de Regressao	2	27.4587	13.7294	35.63	0
Residuos	90	34.6827	0.3854		

SILICIO dentro do nivel 4 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	2.3354881
2	1	1.3450817
3	2	1.4494282
4	3	0.9864474
5	4	1.7088857
6	5	1.2760033

SILICIO dentro do nível 6 de CONDUTIVIDADE

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2.6328	2.6328	6.83	0.01049
Efeito quadratico	1	1.7023	1.7023	4.42	0.03837
Efeito cubico	1	3.5697	3.5697	9.26	0.00306
Desvios de Regressao	2	3.0549	1.5274	3.96	0.0224
Residuos	90	34.6827	0.3854		

SILICIO dentro do nível 8 de CONDUTIVIDADE

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0024	0.0024	0.01	0.93701
Efeito quadratico	1	8.5309	8.5309	22.14	1e-05
Efeito cubico	1	0.5942	0.5942	1.54	0.21754
Desvios de Regressao	2	1.6393	0.8197	2.13	0.12515
Residuos	90	34.6827	0.3854		

SILICIO dentro do nível 10 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	1.8250943
2	1	1.0784109
3	2	1.0507837
4	3	0.6435524
5	4	0.9820102
6	5	0.8766118

APENDICE 6 - Resumo da análise de variância para tempo médio de germinação (dias) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

Quadro da análise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	275.59	68.897	7.0345	0.0000565
SILICIO	5	390.44	78.088	7.9730	0.0000030
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	395.31	19.765	2.0181	0.0133686
Residuo	90	881.47	9.794		
Total	119	1942.80			

CV = 14.33 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5503681

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando CONDUTIVIDADE dentro de cada nivel de SILICIO

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
SILICIO	5	390.43826	78.08765	7.973	0
CONDUTIVIDADE:SILICIO 0	4	60.80898	15.20224	1.5522	0.194
CONDUTIVIDADE:SILICIO 1	4	35.50411	8.87603	0.9063	0.4639
CONDUTIVIDADE:SILICIO 2	4	272.70994	68.17748	6.9611	1e-04
CONDUTIVIDADE:SILICIO 3	4	69.79131	17.44783	1.7815	0.1395
CONDUTIVIDADE:SILICIO 4	4	75.69640	18.92410	1.9322	0.1119
CONDUTIVIDADE:SILICIO 5	4	156.38524	39.09631	3.9918	0.005
Residuo	90	881.46595	9.79407		
Total	119	1942.80018	16.32605		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	21.19146
2	2	15.72970
3	4	18.09103
4	6	18.50955
5	8	17.91468

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 1 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	22.46597
2	2	23.14920
3	4	21.65794
4	6	24.34249
5	8	20.40337

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 2 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	55.9872	55.9872	5.72	0.01889
Efeito quadratico	1	166.3901	166.3901	16.99	8e-05
Efeito cubico	1	40.2420	40.2420	4.11	0.04562
Desvios de Regressao	1	10.0906	10.0906	1.03	0.31281
Residuos	90	881.4660	9.7941		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 3 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	26.91667
2	2	21.66154
3	4	24.41141
4	6	24.84848
5	8	22.38951

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 4 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	26.06961
2	2	20.69314
3	4	21.29890
4	6	21.48549
5	8	21.59884

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 5 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.1423	0.1423	0.01	0.90432
Efeito quadratico	1	0.0245	0.0245	0	0.9602
Efeito cubico	1	21.8595	21.8595	2.23	0.13868
Desvios de Regressao	1	134.3588	134.3588	13.72	0.00037
Residuos	90	881.4660	9.7941		

Desdobrando SILICIO dentro de cada nivel de CONDUTIVIDADE

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
CONDUTIVIDADE	4	275.58683	68.89671	7.0345	1e-04
SILICIO:CONDUTIVIDADE 2	5	290.01754	58.00351	5.9223	1e-04
SILICIO:CONDUTIVIDADE 4	5	112.27249	22.45450	2.2927	0.052
SILICIO:CONDUTIVIDADE 6	5	174.36741	34.87348	3.5607	0.0055
SILICIO:CONDUTIVIDADE 8	5	80.39886	16.07977	1.6418	0.1571
SILICIO:CONDUTIVIDADE 10	5	128.69110	25.73822	2.6279	0.0289
Residuo	90	881.46595	9.79407		
Total	119	1942.80018	16.32605		

SILICIO dentro do nivel 2 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	71.4996	71.4996	7.3	0.00824
Efeito quadratico	1	1.3687	1.3687	0.14	0.70941
Efeito cubico	1	11.2537	11.2537	1.15	0.28662
Desvios de Regressao	2	205.8955	102.9477	10.51	8e-05
Residuos	90	881.4660	9.7941		

SILICIO dentro do nivel 4 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	18.09103
2	1	21.65794
3	2	24.48810
4	3	24.41141
5	4	21.29890
6	5	21.53176

SILICIO dentro do nivel 6 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	71.3461	71.3461	7.28	0.00831
Efeito quadratico	1	6.3421	6.3421	0.65	0.42311
Efeito cubico	1	72.4914	72.4914	7.4	0.00782
Desvios de Regressao	2	24.1878	12.0939	1.23	0.29577
Residuos	90	881.4660	9.7941		

SILICIO dentro do nivel 8 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	17.91468
2	1	20.40337
3	2	22.84217
4	3	22.38951
5	4	21.59884
6	5	18.69407

SILICIO dentro do nivel 10 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	63.5383	63.5383	6.49	0.01256
Efeito quadratico	1	6.2011	6.2011	0.63	0.4283
Efeito cubico	1	23.7686	23.7686	2.43	0.12278
Desvios de Regressao	2	35.1830	17.5915	1.8	0.17183
Residuos	90	881.4660	9.7941		

APENDICE 7 - Resumo da análise de variância para velocidade média de germinação (dias⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Dados transformados por boxcoxSignificativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1719.6	429.91	6.9185	0.0000667
SILICIO	5	2451.2	490.24	7.8893	0.0000034
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	2419.8	120.99	1.9471	0.0178885
Residuo	90	5592.6	62.14		
Total	119	12183.2			

CV = 17.23 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.4617443

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando CONDUTIVIDADE dentro de cada nivel de SILICIO

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
SILICIO	5	2451.1790	490.23579	7.8893	0
CONDUTIVIDADE:SILICIO 0	4	356.9648	89.24121	1.4361	0.2285
CONDUTIVIDADE:SILICIO 1	4	226.1151	56.52878	0.9097	0.4619
CONDUTIVIDADE:SILICIO 2	4	1561.4517	390.36292	6.282	2e-04
CONDUTIVIDADE:SILICIO 3	4	473.5020	118.37551	1.905	0.1164
CONDUTIVIDADE:SILICIO 4	4	497.0825	124.27061	1.9999	0.1013
CONDUTIVIDADE:SILICIO 5	4	1024.3413	256.08532	4.1211	0.0041
Residuo	90	5592.5536	62.13948		
Total	119	12183.1899	102.37975		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	43.92366
2	2	30.70570
3	4	36.27825
4	6	37.31340
5	8	35.89392

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 1 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	47.20282
2	2	48.85711
3	4	45.08930
4	6	52.00577
5	8	42.06644

CONDUTIVIDADE dentro do nível 2 de SILICIO

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	292.3428	292.3428	4.7	0.03272
Efeito quadratico	1	973.6923	973.6923	15.67	0.00015
Efeito cubico	1	234.5420	234.5420	3.77	0.05517
Desvios de Regressao	1	60.8745	60.8745	0.98	0.32494
Residuos	90	5,592.5540	62.1395		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 3 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	58.81884
2	2	45.10694
3	4	52.19918
4	6	53.26439
5	8	46.96115

CONDUTIVIDADE dentro do nível 4 de SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	56.45882
2	2	42.67179
3	4	44.22435
4	6	44.68445
5	8	45.07263

CONDUTIVIDADE dentro do nível 5 de SILICIO

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.2942	1.2942	0.02	0.88557
Efeito quadratico	1	0.0362	0.0362	0	0.98079
Efeito cubico	1	148.4253	148.4253	2.39	0.12573
Desvios de Regressao	1	874.5856	874.5856	14.07	0.00031
Residuos	90	5,592.5540	62.1395		

Desdobrando SILICIO dentro de cada nível de CONDUTIVIDADE

Quadro da análise de variância

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
CONDUTIVIDADE	4	1719.6364	429.90911	6.9185	1e-04
SILICIO:CONDUTIVIDADE 2	5	1661.5347	332.30694	5.3478	2e-04
SILICIO:CONDUTIVIDADE 4	5	714.2044	142.84089	2.2987	0.0515
SILICIO:CONDUTIVIDADE 6	5	1134.1490	226.82980	3.6503	0.0047
SILICIO:CONDUTIVIDADE 8	5	497.5596	99.51193	1.6014	0.1678
SILICIO:CONDUTIVIDADE 10	5	863.5521	172.71042	2.7794	0.0221
Residuo	90	5592.5536	62.13948		

Total 119 12183.1899 102.37975

SILICIO dentro do nível 2 de CONDUTIVIDADE

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	419.1735	419.1735	6.75	0.01098
Efeito quadratico	1	6.2334	6.2334	0.1	0.75219
Efeito cúbico	1	79.7140	79.7140	1.28	0.26038
Desvios de Regressão	2	1,156.4140	578.2069	9.3	0.00021
Resíduos	90	5,592.5540	62.1395		

SILICIO dentro do nível 4 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as médias desse fator são estatisticamente iguais.

	Níveis	Médias
1	0	36.27825
2	1	45.08930
3	2	52.39395
4	3	52.19918
5	4	44.22435
6	5	45.08783

SILICIO dentro do nível 6 de CONDUTIVIDADE

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	465.8204	465.8204	7.5	0.00745
Efeito quadratico	1	34.4861	34.4861	0.55	0.45823
Efeito cúbico	1	473.6018	473.6018	7.62	0.00699
Desvios de Regressão	2	160.2407	80.1204	1.29	0.28048
Resíduos	90	5,592.5540	62.1395		

SILICIO dentro do nível 8 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as médias desse fator são estatisticamente iguais.

	Níveis	Médias
1	0	35.89392
2	1	42.06644
3	2	48.11491
4	3	46.96115
5	4	45.07263
6	5	37.74238

SILICIO dentro do nível 10 de CONDUTIVIDADE

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	430.5041	430.5041	6.93	0.00999
Efeito quadratico	1	40.6454	40.6454	0.65	0.42078
Efeito cúbico	1	155.4843	155.4843	2.5	0.1172

Desvios de Regressao	2	236.9184	118.4592	1.91	0.15458
Residuos	90	5,592.5540	62.1395		

APENDICE 8 - Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	12684	3171.0	12.8411	2.6000e-08
SILICIO	5	12265	2453.0	9.9334	1.3730e-07
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	18510	925.5	3.7478	8.1957e-06
Residuo	90	22225	246.9		
Total	119	65684			

CV = 29.92 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1774877

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando CONDUTIVIDADE dentro de cada nivel de SILICIO

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
SILICIO	5	12264.97	2452.9933	9.9334	0
CONDUTIVIDADE:SILICIO 0	4	2980.80	745.2000	3.0177	0.0219
CONDUTIVIDADE:SILICIO 1	4	626.00	156.5000	0.6337	0.6397
CONDUTIVIDADE:SILICIO 2	4	12796.80	3199.2000	12.9551	0
CONDUTIVIDADE:SILICIO 3	4	3656.80	914.2000	3.702	0.0078
CONDUTIVIDADE:SILICIO 4	4	2846.80	711.7000	2.882	0.0269
CONDUTIVIDADE:SILICIO 5	4	8286.80	2071.7000	8.3893	0
Residuo	90	22225.00	246.9444		
Total	119	65683.97	551.9661		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2,496.4000	2,496.4000	10.11	0.00202
Efeito quadratico	1	208.2857	208.2857	0.84	0.36087
Efeito cubico	1	193.6000	193.6000	0.78	0.37829
Desvios de Regressao	1	82.5143	82.5143	0.33	0.56467
Residuos	90	22,225	246.9444		

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	43.0
2	2	46.5
3	4	49.0
4	6	47.0
5	8	59.5

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 2 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	8,880.4000	8,880.4000	35.96	0
Efeito quadratico	1	3,911.1430	3,911.1430	15.84	0.00014
Efeito cubico	1	1.6000	1.6000	0.01	0.93602
Desvios de Regressao	1	3.6571	3.6571	0.01	0.90341
Residuos	90	22,225	246.9444		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 3 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,232.1000	1,232.1000	4.99	0.02798
Efeito quadratico	1	468.6429	468.6429	1.9	0.17174
Efeito cubico	1	960.4000	960.4000	3.89	0.05167
Desvios de Regressao	1	995.6571	995.6571	4.03	0.04765
Residuos	90	22,225	246.9444		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 4 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,612.9000	1,612.9000	6.53	0.01228
Efeito quadratico	1	20.6429	20.6429	0.08	0.77315
Efeito cubico	1	240.1000	240.1000	0.97	0.32675
Desvios de Regressao	1	973.1571	973.1571	3.94	0.05017
Residuos	90	22,225	246.9444		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 5 de SILICIO

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	72.9000	72.9000	0.3	0.58825
Efeito quadratico	1	31.5000	31.5000	0.13	0.72181
Efeito cubico	1	4,452.1000	4,452.1000	18.03	5e-05
Desvios de Regressao	1	3,730.3000	3,730.3000	15.11	0.00019
Residuos	90	22,225	246.9444		

Desdobrando SILICIO dentro de cada nível de CONDUTIVIDADE

Quadro da análise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
CONDUTIVIDADE	4	12684.133	3171.0333	12.8411	0
SILICIO:CONDUTIVIDADE 2	5	8456.833	1691.3667	6.8492	0
SILICIO:CONDUTIVIDADE 4	5	2835.333	567.0667	2.2963	0.0517
SILICIO:CONDUTIVIDADE 6	5	9164.000	1832.8000	7.4219	0
SILICIO:CONDUTIVIDADE 8	5	7877.333	1575.4667	6.3798	0
SILICIO:CONDUTIVIDADE 10	5	2441.333	488.2667	1.9772	0.0896
Residuo	90	22225.000	246.9444		
Total	119	65683.967	551.9661		

SILICIO dentro do nível 2 de CONDUTIVIDADE

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,260.1290	1,260.1290	5.1	0.0263
Efeito quadratico	1	76.1905	76.1905	0.31	0.57996
Efeito cubico	1	540.8000	540.8000	2.19	0.1424
Desvios de Regressao	2	6,579.7140	3,289.8570	13.32	1e-05
Residuos	90	22,225	246.9444		

SILICIO dentro do nível 4 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	71.5
2	1	49.0
3	2	57.0
4	3	39.0
5	4	60.0
6	5	43.5

SILICIO dentro do nível 6 de CONDUTIVIDADE

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,770.0570	1,770.0570	7.17	0.00882
Efeito quadratico	1	1,136.6790	1,136.6790	4.6	0.03461
Efeito cubico	1	2,398.0500	2,398.0500	9.71	0.00246
Desvios de Regressao	2	3,859.2140	1,929.6070	7.81	0.00074
Residuos	90	22,225	246.9444		

SILICIO dentro do nível 8 de CONDUTIVIDADE

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	120.9143	120.9143	0.49	0.48589
Efeito quadratico	1	5,456.2980	5,456.2980	22.1	1e-05
Efeito cubico	1	630.9389	630.9389	2.55	0.11345

Desvios de Regressao	2	1,669.1820	834.5913	3.38	0.03844
Residuos	90	22,225	246.9444		

SILICIO dentro do nível 10 de CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	58.5
2	1	43.0
3	2	37.0
4	3	26.5
5	4	46.0
6	5	34.0

APENDICE 9 - Resumo da análise de variância para índice de velocidade de germinação de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

Desdobrando PROLINA dentro de cada nível de CONDUTIVIDADE

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
PROLINA	5	24.12205	4.82441	25.7001	0
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0	4	7.94978	1.98745	10.5873	0
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.1	4	2.70940	0.67735	3.6083	0.0089
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.2	4	5.64191	1.41048	7.5137	0
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.3	4	3.20910	0.80228	4.2738	0.0033
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.4	4	2.74191	0.68548	3.6516	0.0084
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.5	4	3.56770	0.89193	4.7514	0.0016
Residuo	90	16.89476	0.18772		
Total	119	66.83662	0.56165		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0 de PROLINA

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	5.8780	5.8780	31.31	0
Efeito quadratico	1	0.9389	0.9389	5	0.02779
Efeito cubico	1	1.0427	1.0427	5.55	0.0206
Desvios de Regressao	1	0.0901	0.0901	0.48	0.49009
Residuos	90	16.8948	0.1877		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.1 de PROLINA

Análise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.1469	1.1469	6.11	0.01533
Efeito quadratico	1	0.7216	0.7216	3.84	0.05301
Efeito cubico	1	0.0007	0.0007	0	0.95025
Desvios de Regressao	1	0.8402	0.8402	4.48	0.03714

Residuos 90 16.8948 0.1877

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.2 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	5.0555	5.0555	26.93	0
Efeito quadratico	1	0.0307	0.0307	0.16	0.68685
Efeito cúbico	1	0.0094	0.0094	0.05	0.8233
Desvios de Regressão	1	0.5463	0.5463	2.91	0.09147
Residuos	90	16.8948	0.1877		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.3 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2.4732	2.4732	13.17	0.00047
Efeito quadratico	1	0.0594	0.0594	0.32	0.57506
Efeito cúbico	1	0.6481	0.6481	3.45	0.06642
Desvios de Regressão	1	0.0284	0.0284	0.15	0.69835
Residuos	90	16.8948	0.1877		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.4 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.6894	0.6894	3.67	0.05848
Efeito quadratico	1	1.4890	1.4890	7.93	0.00597
Efeito cúbico	1	0.2858	0.2858	1.52	0.22045
Desvios de Regressão	1	0.2777	0.2777	1.48	0.22709
Residuos	90	16.8948	0.1877		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.5 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.4545	1.4545	7.75	0.00655
Efeito quadratico	1	0.7264	0.7264	3.87	0.05224
Efeito cúbico	1	0.0976	0.0976	0.52	0.47284
Desvios de Regressão	1	1.2892	1.2892	6.87	0.0103
Residuos	90	16.8948	0.1877		

Desdobrando PROLINA dentro de cada nível de CONDUTIVIDADE

Quadro da análise de variância

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc	
CONDUTIVIDADE	4	15.64389	3.91097	20.8341	0	
PROLINA:CONDUTIVIDADE	2	5	14.91100	2.98220	15.8865	0

PROLINA:CONDUTIVIDADE	4	5	4.27760	0.85552	4.5574	9e-04
PROLINA:CONDUTIVIDADE	6	5	5.45134	1.09027	5.808	1e-04
PROLINA:CONDUTIVIDADE	8	5	4.88810	0.97762	5.2079	3e-04
PROLINA:CONDUTIVIDADE	10	5	4.76992	0.95398	5.082	4e-04
Residuo		90	16.89476	0.18772		
Total		119	66.83662	0.56165		

PROLINA dentro do nível 2 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	7.9814	7.9814	42.52	0
Efeito quadratico	1	0.7897	0.7897	4.21	0.04316
Efeito cubico	1	4.7122	4.7122	25.1	0
Desvios de Regressao	2	1.4277	0.7138	3.8	0.02598
Residuos	90	16.8948	0.1877		

PROLINA dentro do nível 4 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.2236	1.2236	6.52	0.01236
Efeito quadratico	1	1.9609	1.9609	10.45	0.00172
Efeito cubico	1	0.0644	0.0644	0.34	0.55967
Desvios de Regressao	2	1.0288	0.5144	2.74	0.06995
Residuos	90	16.8948	0.1877		

PROLINA dentro do nível 6 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	5.3448	5.3448	28.47	0
Efeito quadratico	1	0.0246	0.0246	0.13	0.71815
Efeito cubico	1	0.0131	0.0131	0.07	0.79212
Desvios de Regressao	2	0.0688	0.0344	0.18	0.83288
Residuos	90	16.8948	0.1877		

PROLINA dentro do nível 8 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.3958	1.3958	7.44	0.00769
Efeito quadratico	1	1.8342	1.8342	9.77	0.00239
Efeito cubico	1	0.9403	0.9403	5.01	0.02768
Desvios de Regressao	2	0.7178	0.3589	1.91	0.15376
Residuos	90	16.8948	0.1877		

PROLINA dentro do nível 10 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.8826	1.8826	10.03	0.0021
Efeito quadratico	1	0.5548	0.5548	2.96	0.08902
Efeito cubico	1	1.8446	1.8446	9.83	0.00232
Desvios de Regressao	2	0.4879	0.2439	1.3	0.27774
Residuos	90	16.8948	0.1877		

APENDICE 10 - Resumo da análise de variância para tempo médio de germinação (dias) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	450.69	112.673	20.5907	0.00000
PROLINA	5	392.40	78.479	14.3419	0.00000
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	135.85	6.793	1.2413	0.24097
Residuo	90	492.48	5.472		
Total	119	1471.43			

CV = 10.69 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.6877838

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	158.2184	158.2184	28.91	0
Efeito quadratico	1	37.0946	37.0946	6.78	0.01079
Efeito cubico	1	252.0877	252.0877	46.07	0
Desvios de Regressao	1	3.2927	3.2927	0.6	0.43995
Residuos	90	492.4835	5.4720		

PROLINA

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	226.8177	226.8177	41.45	0
Efeito quadratico	1	18.4204	18.4204	3.37	0.06985
Efeito cubico	1	135.9006	135.9006	24.84	0

Desvios de Regressao	2	11.2587	5.6293	1.03	0.36162
Residuos	90	492.4835	5.4720		

APENDICE 11 - Resumo da análise de variância para velocidade média de germinação (dias⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.0019179	0.00047946	17.9306	0.00000
PROLINA	5	0.0021697	0.00043395	16.2284	0.00000
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	0.0007632	0.00003816	1.4271	0.13061
Residuo	90	0.0024066	0.00002674		
Total	119	0.0072574			

CV = 11.03 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2633904

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0007	0.0007	25.82	0
Efeito quadratico	1	0.0001	0.0001	3.74	0.05641
Efeito cubico	1	0.0011	0.0011	40.95	0
Desvios de Regressao	1	0.00003	0.00003	1.23	0.27123
Residuos	90	0.0024	0.00003		

PROLINA

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0012	0.0012	44.6	0
Efeito quadratico	1	0.0002	0.0002	6.84	0.01044
Efeito cubico	1	0.0007	0.0007	27.76	0
Desvios de Regressao	2	0.00005	0.00003	0.97	0.38298
Residuos	90	0.0024	0.00003		

APENDICE 12 - Resumo da análise de variância para porcentagem de sementes germinadas (%) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

Interacao significativa: desdobrando a interacao

Desdobrando CONDUTIVIDADE dentro de cada nivel de PROLINA

Quadro da analise de variancia

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
PROLINA	5	11293.47	2258.6933	13.166	0
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0	4	2980.80	745.2000	4.3438	0.0029
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.1	4	2226.80	556.7000	3.245	0.0155
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.2	4	6814.80	1703.7000	9.9309	0
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.3	4	1794.00	448.5000	2.6143	0.0404
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.4	4	2810.00	702.5000	4.0949	0.0043
CONDUTIVIDADE:PROLINA 0.5	4	6052.80	1513.2000	8.8205	0
Residuo	90	15440.00	171.5556		
Total	119	49412.67	415.2325		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0 de PROLINA

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2,496.4000	2,496.4000	14.55	0.00025
Efeito quadratico	1	208.2857	208.2857	1.21	0.27346
Efeito cubico	1	193.6000	193.6000	1.13	0.29094
Desvios de Regressao	1	82.5143	82.5143	0.48	0.48977
Residuos	90	15,440	171.5556		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0.1 de PROLINA

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,060.9000	1,060.9000	6.18	0.01474
Efeito quadratico	1	617.7857	617.7857	3.6	0.06095
Efeito cubico	1	372.1000	372.1000	2.17	0.14431
Desvios de Regressao	1	176.0143	176.0143	1.03	0.31382
Residuos	90	15,440	171.5556		

CONDUTIVIDADE dentro do nivel 0.2 de PROLINA

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	5,475.6000	5,475.6000	31.92	0
Efeito quadratico	1	14	14	0.08	0.77579
Efeito cubico	1	608.4000	608.4000	3.55	0.06291
Desvios de Regressao	1	716.8000	716.8000	4.18	0.04387
Residuos	90	15,440	171.5556		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.3 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,664.1000	1,664.1000	9.7	0.00247
Efeito quadratico	1	68.6429	68.6429	0.4	0.52863
Efeito cúbico	1	48.4000	48.4000	0.28	0.59662
Desvios de Regressão	1	12.8571	12.8571	0.07	0.7849
Resíduos	90	15,440	171.5556		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.4 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	624.1000	624.1000	3.64	0.05967
Efeito quadratico	1	2,040.0710	2,040.0710	11.89	0.00086
Efeito cúbico	1	16.9000	16.9000	0.1	0.75435
Desvios de Regressão	1	128.9286	128.9286	0.75	0.3883
Resíduos	90	15,440	171.5556		

CONDUTIVIDADE dentro do nível 0.5 de PROLINA

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,664.1000	1,664.1000	9.7	0.00247
Efeito quadratico	1	1,760.6430	1,760.6430	10.26	0.00188
Efeito cúbico	1	608.4000	608.4000	3.55	0.06291
Desvios de Regressão	1	2,019.6570	2,019.6570	11.77	0.00091
Resíduos	90	15,440	171.5556		

Desdobrando PROLINA dentro de cada nível de CONDUTIVIDADE

Quadro da análise de variância

	GL	SQ	QM	Fc	Pr.Fc
CONDUTIVIDADE	4	12069.333	3017.3333	17.5881	0
PROLINA:CONDUTIVIDADE 2	5	7321.333	1464.2667	8.5352	0
PROLINA:CONDUTIVIDADE 4	5	3047.333	609.4667	3.5526	0.0056
PROLINA:CONDUTIVIDADE 6	5	3679.333	735.8667	4.2894	0.0015
PROLINA:CONDUTIVIDADE 8	5	3886.000	777.2000	4.5303	0.001
PROLINA:CONDUTIVIDADE 10	5	3969.333	793.8667	4.6275	8e-04
Resíduo	90	15440.000	171.5556		
Total	119	49412.667	415.2325		

PROLINA dentro do nível 2 de CONDUTIVIDADE

Análise de variância do modelo cúbico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	3,686.6290	3,686.6290	21.49	1e-05
Efeito quadratico	1	41.4405	41.4405	0.24	0.62428

Efeito cubico	1	2,226.0500	2,226.0500	12.98	0.00052
Desvios de Regressao	2	1,367.2140	683.6071	3.98	0.02197
Residuos	90	15,440	171.5556		

PROLINA dentro do nivel 4 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	205.7143	205.7143	1.2	0.27642
Efeito quadratico	1	1,433.4400	1,433.4400	8.36	0.00482
Efeito cubico	1	911.2500	911.2500	5.31	0.02348
Desvios de Regressao	2	496.9286	248.4643	1.45	0.24039
Residuos	90	15,440	171.5556		

PROLINA dentro do nivel 6 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	3,514.5140	3,514.5140	20.49	2e-05
Efeito quadratico	1	20.0119	20.0119	0.12	0.73349
Efeito cubico	1	44.0056	44.0056	0.26	0.61377
Desvios de Regressao	2	100.8016	50.4008	0.29	0.74615
Residuos	90	15,440	171.5556		

PROLINA dentro do nivel 8 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	582.9143	582.9143	3.4	0.06857
Efeito quadratico	1	2,283.8570	2,283.8570	13.31	0.00044
Efeito cubico	1	273.8000	273.8000	1.6	0.20974
Desvios de Regressao	2	745.4286	372.7143	2.17	0.11982
Residuos	90	15,440	171.5556		

PROLINA dentro do nivel 10 de CONDUTIVIDADE

Analise de variancia do modelo cubico

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,337.6570	1,337.6570	7.8	0.00639
Efeito quadratico	1	152.0119	152.0119	0.89	0.34906
Efeito cubico	1	1,626.0060	1,626.0060	9.48	0.00276
Desvios de Regressao	2	853.6587	426.8294	2.49	0.08877
Residuos	90	15,440	171.5556		

APENDICE 13 - Resumo da análise de variância para altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	23.32	5.8292	1.6951	0.16297
SILICIO	5	17.43	3.4867	1.0139	0.41755
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	101.82	5.0908	1.4804	0.12285
Residuo	60	206.33	3.4389		
Total	89	348.90			

CV = 34.99 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.176989

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	5.250000
2	2	6.222222
3	4	4.722222
4	6	4.972222
5	8	5.333333

TERRA DE DIATOMÁCEA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	6.233333
2	1	5.033333
3	2	5.400000
4	3	5.033333
5	4	4.966667
6	5	5.133333

APENDICE 14 - Resumo da análise de variância para altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	29.98	7.4958	2.07577	0.09517
SILICIO	5	6.22	1.2444	0.34462	0.88372
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	91.42	4.5708	1.26577	0.23756
Residuo	60	216.67	3.6111		
Total	89	344.29			

CV = 32.15 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.4771091

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	5.833333
2	2	7.000000
3	4	5.361111
4	6	5.500000
5	8	5.861111

TERRA DE DIATOMÁCEA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	6.466667
2	1	5.766667
3	2	5.966667
4	3	5.700000
5	4	5.733333
6	5	5.833333

APENDICE 15 - Resumo da análise de variância para altura de copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	858.3	214.58	4.4434	0.00327
SILICIO	5	1674.4	334.88	6.9344	0.00004
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	834.1	41.70	0.8636	0.63037
Resíduo	60	2897.5	48.29		
Total	89	6264.2			

CV = 36.78 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.06844486

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	720	720	14.91	0.00028
Efeito quadratico	1	76.6706	76.6706	1.59	0.21254
Efeito cubico	1	52.8125	52.8125	1.09	0.29987
Desvios de Regressao	1	8.8335	8.8335	0.18	0.67041
Resíduos	60	2,897.5000	48.2917		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	93.0059	93.0059	1.93	0.17034
Efeito quadratico	1	1,366.1460	1,366.1460	28.29	0
Efeito cubico	1	168.7500	168.7500	3.49	0.06646
Desvios de Regressao	2	46.4786	23.2393	0.48	0.62039
Resíduos	60	2,897.5000	48.2917		

APENDICE 16 - Resumo da análise de variância para altura de copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	995.6	248.91	4.3553	0.00370
SILICIO	5	1827.9	365.58	6.3969	0.00008
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	821.5	41.08	0.7188	0.79145
Residuo	60	3429.0	57.15		
Total	89	7074.1			

CV = 38.23 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2942802

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	888.8889	888.8889	15.55	0.00021
Efeito quadratico	1	80.0159	80.0159	1.4	0.24137
Efeito cubico	1	21.7014	21.7014	0.38	0.54008
Desvios de Regressao	1	5.0161	5.0161	0.09	0.76805
Residuos	60	3,429	57.1500		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	65.6250	65.6250	1.15	0.2882
Efeito quadratico	1	1,612.7380	1,612.7380	28.22	0
Efeito cubico	1	119.2801	119.2801	2.09	0.15375
Desvios de Regressao	2	30.2705	15.1352	0.26	0.76823
Residuos	60	3,429	57.1500		

APENDICE 17 - Resumo da análise de variância para altura total (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	858.3	214.58	4.4434	0.00327
SILICIO	5	1674.4	334.88	6.9344	0.00004
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	834.1	41.70	0.8636	0.63037
Residuo	60	2897.5	48.29		
Total	89	6264.2			

CV = 36.78 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.06844486

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	720	720	14.91	0.00028
Efeito quadratico	1	76.6706	76.6706	1.59	0.21254
Efeito cubico	1	52.8125	52.8125	1.09	0.29987
Desvios de Regressao	1	8.8335	8.8335	0.18	0.67041
Residuos	60	2,897.5000	48.2917		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	93.0059	93.0059	1.93	0.17034
Efeito quadratico	1	1,366.1460	1,366.1460	28.29	0
Efeito cubico	1	168.7500	168.7500	3.49	0.06646
Desvios de Regressao	2	46.4786	23.2393	0.48	0.62039
Residuos	60	2,897.5000	48.2917		

APENDICE 18 - Resumo da análise de variância para altura total (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1077.5	269.37	5.1186	0.00129
SILICIO	5	1670.4	334.07	6.3482	0.00009
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	825.4	41.27	0.7842	0.72110
Residuo	60	3157.5	52.62		
Total	89	6730.7			

CV = 28.25 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1223595

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,041.6060	1,041.6060	19.79	4e-05
Efeito quadratico	1	25.3968	25.3968	0.48	0.48993
Efeito cubico	1	3.0681	3.0681	0.06	0.81003
Desvios de Regressao	1	7.3907	7.3907	0.14	0.70916
Residuos	60	3,157.5000	52.6250		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	41.8002	41.8002	0.79	0.37636
Efeito quadratico	1	1,501.5880	1,501.5880	28.53	0
Efeito cubico	1	107.8001	107.8001	2.05	0.15755
Desvios de Regressao	2	19.1705	9.5853	0.18	0.83394
Residuos	60	3,157.5000	52.6250		

APENDICE 19 - Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	53.873	13.4682	6.1702	0.00032
SILICIO	5	80.410	16.0820	7.3676	0.00002
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	31.394	1.5697	0.7191	0.79107
Residuo	60	130.968	2.1828		
Total	89	296.645			

CV = 25.94 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.0534722

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	52.1537	52.1537	23.89	1e-05
Efeito quadratico	1	0.5686	0.5686	0.26	0.61166
Efeito cubico	1	0.0458	0.0458	0.02	0.88536
Desvios de Regressao	1	1.1048	1.1048	0.51	0.47957
Residuos	60	130.9677	2.1828		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	19.3121	19.3121	8.85	0.00422
Efeito quadratico	1	43.5538	43.5538	19.95	4e-05
Efeito cubico	1	13.5965	13.5965	6.23	0.01533
Desvios de Regressao	2	3.9478	1.9739	0.9	0.41027
Residuos	60	130.9677	2.1828		

APENDICE 20 - Resumo da análise de variância para altura do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	76.26	19.0661	8.7657	0.00001
SILICIO	5	92.54	18.5089	8.5096	0.00000
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	33.99	1.6997	0.7814	0.72420
Resíduo	60	130.50	2.1751		
Total	89	333.31			

CV = 23.85 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2999303

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	71.1651	71.1651	32.72	0
Efeito quadratico	1	0.3229	0.3229	0.15	0.7014
Efeito cubico	1	0.0159	0.0159	0.01	0.93222
Desvios de Regressao	1	4.7607	4.7607	2.19	0.14425
Resíduos	60	130.5045	2.1751		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	18.1898	18.1898	8.36	0.00533
Efeito quadratico	1	52.8409	52.8409	24.29	1e-05
Efeito cubico	1	15.4814	15.4814	7.12	0.0098
Desvios de Regressao	2	6.0326	3.0163	1.39	0.25778
Resíduos	60	130.5045	2.1751		

APENDICE 21 - Resumo da análise de variância para número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1.075	0.26883	0.50136	0.73481
SILICIO	5	1.197	0.23948	0.44662	0.81406
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	6.808	0.34039	0.63483	0.86994
Residuo	60	32.172	0.53620		
Total	89	41.252			

CV = -54.8 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.01870319

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais!

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	-1.340334
2	2	-1.274456
3	4	-1.225206
4	6	-1.299823
5	8	-1.541789

SILICIO

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	-1.357897
2	1	-1.227021
3	2	-1.440216
4	3	-1.520897
5	4	-1.201288
6	5	-1.270613

APENDICE 22 - Resumo da análise de variância para número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformado por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	5.2066	1.30166	6.4880	0.00021
SILICIO	5	0.6180	0.12360	0.6161	0.68796
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	6.4702	0.32351	1.6125	0.07946
Residuo	60	12.0375	0.20062		
Total	89	24.3323			

CV = -22.36 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.7199355

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	3.5821	3.5821	17.85	8e-05
Efeito quadratico	1	1.4964	1.4964	7.46	0.00828
Efeito cubico	1	0.1282	0.1282	0.64	0.42726
Desvios de Regressao	1	0	0	0	0.99963
Residuos	60	12.0375	0.2006		

TERRA DE DIATOMÁCEA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 -2.008571
2	1 -1.912288
3	2 -2.174215
4	3 -1.984844
5	4 -1.946181
6	5 -1.994656

APENDICE 23 - Resumo da análise de variância para número de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	814603	203651	7.7404	0.00004
SILICIO	5	764040	152808	5.8080	0.00019
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	424307	21215	0.8064	0.69617
Resíduo	60	1578597	26310		
Total	89	3581546			

CV = 53.15 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.6452303

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	781,837.6000	781,837.6000	29.72	0
Efeito quadratico	1	15,888.8900	15,888.8900	0.6	0.44014
Efeito cubico	1	15,235.2000	15,235.2000	0.58	0.44966
Desvios de Regressao	1	1,641.1460	1,641.1460	0.06	0.80363
Resíduos	60	1,578,597.0000	26,309.9400		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Analise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	68,066.7800	68,066.7800	2.59	0.11299
Efeito quadratico	1	341,354.1000	341,354.1000	12.97	0.00064
Efeito cubico	1	189,488.6000	189,488.6000	7.2	0.0094
Desvios de Regressao	2	165,130.6000	82,565.2900	3.14	0.05056
Resíduos	60	1,578,597.0000	26,309.9400		

APENDICE 24 - Resumo da análise de variância para número de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1259070	314767	21.2769	0.00000
SILICIO	5	422890	84578	5.7171	0.00022
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	211707	10585	0.7155	0.79475
Resíduo	60	887630	14794		
Total	89	2781297			

CV = 52.3 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.7590079

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,248,467.0000	1,248,467.0000	84.39	0
Efeito quadratico	1	1,239.1170	1,239.1170	0.08	0.77326
Efeito cubico	1	3,958.3600	3,958.3600	0.27	0.60687
Desvios de Regressao	1	5,405.1860	5,405.1860	0.37	0.54782
Resíduos	60	887,630.4000	14,793.8400		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	82,671.0700	82,671.0700	5.59	0.02134
Efeito quadratico	1	139,280.6000	139,280.6000	9.41	0.00323
Efeito cubico	1	132,263.6000	132,263.6000	8.94	0.00404
Desvios de Regressao	2	68,674.2200	34,337.1100	2.32	0.10692
Resíduos	60	887,630.4000	14,793.8400		

APENDICE 25 - Resumo da análise de variância para diâmetro do colo (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	93.05	23.2618	11.0759	0.00000
SILICIO	5	124.15	24.8303	11.8227	0.00000
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	38.09	1.9044	0.9067	0.58038
Resíduo	60	126.01	2.1002		
Total	89	381.30			

CV = 25.41 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.3812582

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	85.5601	85.5601	40.74	0
Efeito quadratico	1	1.0032	1.0032	0.48	0.49214
Efeito cubico	1	0.0269	0.0269	0.01	0.91029
Desvios de Regressao	1	6.4572	6.4572	3.07	0.08464
Resíduos	60	126.0133	2.1002		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	22.8809	22.8809	10.89	0.00163
Efeito quadratico	1	55.9025	55.9025	26.62	0
Efeito cubico	1	27	27	12.86	0.00068
Desvios de Regressao	2	18.3681	9.1840	4.37	0.01687
Resíduos	60	126.0133	2.1002		

APENDICE 26 - Resumo da análise de variância para comprimento radicular (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	944.7	236.176	3.4345	0.01357
SILICIO	5	882.3	176.463	2.5661	0.03603
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	951.4	47.570	0.6918	0.81840
Residuo	60	4126.0	68.767		
Total	89	6904.4			

CV = 22.15 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5143722

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	760.5556	760.5556	11.06	0.00151
Efeito quadratico	1	56.1944	56.1944	0.82	0.36962
Efeito cubico	1	120.8681	120.8681	1.76	0.18994
Desvios de Regressao	1	7.0875	7.0875	0.1	0.7493
Residuos	60	4,126	68.7667		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	74.4002	74.4002	1.08	0.30244
Efeito quadratico	1	69.5365	69.5365	1.01	0.31866
Efeito cubico	1	198.4533	198.4533	2.89	0.09454
Desvios de Regressao	2	539.9238	269.9619	3.93	0.02499
Residuos	60	4,126	68.7667		

APENDICE 27 - Resumo da análise de variância para densidade radicular (g cm^{-3}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.0032786	0.00081966	8.8026	0.00001
SILICIO	5	0.0066044	0.00132089	14.1854	0.00000
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	0.0015399	0.00007699	0.8269	0.67274
Resíduo	60	0.0055869	0.00009312		
Total	89	0.0170099			

CV = 0.02 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.05068474

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0028	0.0028	29.75	0
Efeito quadratico	1	0.00005	0.00005	0.55	0.45976
Efeito cubico	1	0	0	0	0.95181
Desvios de Regressao	1	0.0005	0.0005	4.9	0.0307
Resíduos	60	0.0056	0.0001		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0026	0.0026	28.32	0
Efeito quadratico	1	0.0030	0.0030	31.67	0
Efeito cubico	1	0.0008	0.0008	9.09	0.00377
Desvios de Regressao	2	0.0002	0.0001	0.92	0.40219
Resíduos	60	0.0056	0.0001		

APENDICE 28 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca do caule (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	2.6453	0.66132	13.8748	0.00000
SILICIO	5	1.8856	0.37712	7.9122	0.00001
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	0.7660	0.03830	0.8036	0.69933
Resíduo	60	2.8598	0.04766		
Total	89	8.1567			

CV = -7.1 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.3483511

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2.5248	2.5248	52.97	0
Efeito quadratico	1	0.0023	0.0023	0.05	0.82828
Efeito cubico	1	0.0123	0.0123	0.26	0.61342
Desvios de Regressao	1	0.1059	0.1059	2.22	0.14136
Resíduos	60	2.8598	0.0477		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.2911	0.2911	6.11	0.01632
Efeito quadratico	1	1.1888	1.1888	24.94	1e-05
Efeito cubico	1	0.2532	0.2532	5.31	0.02466
Desvios de Regressao	2	0.1526	0.0763	1.6	0.21028
Resíduos	60	2.8598	0.0477		

APENDICE 29 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca do caule (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	3.5830	0.89576	12.2003	0.00000
SILICIO	5	2.3625	0.47250	6.4355	0.00008
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	1.0846	0.05423	0.7386	0.77081
Resíduo	60	4.4053	0.07342		
Total	89	11.4354			

CV = -10.43 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.9859873

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	3.5518	3.5518	48.38	0
Efeito quadratico	1	0.0021	0.0021	0.03	0.86556
Efeito cubico	1	0.0038	0.0038	0.05	0.81967
Desvios de Regressao	1	0.0253	0.0253	0.34	0.55943
Resíduos	60	4.4053	0.0734		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.3706	0.3706	5.05	0.02835
Efeito quadratico	1	1.5929	1.5929	21.69	2e-05
Efeito cubico	1	0.2263	0.2263	3.08	0.08423
Desvios de Regressao	2	0.1727	0.0864	1.18	0.3155
Resíduos	60	4.4053	0.0734		

APENDICE 30 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca de folhas (g planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 $\text{g kg de substrato}^{-1}$) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	44.864	11.2161	74.614	0.00000
SILICIO	5	0.254	0.0508	0.338	0.88781
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	3.747	0.1874	1.246	0.25116
Residuo	60	9.019	0.1503		
Total	89	57.885			

CV = -33.99 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1274473

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	44.3909	44.3909	295.31	0
Efeito quadratico	1	0.3355	0.3355	2.23	0.14044
Efeito cubico	1	0.0802	0.0802	0.53	0.46804
Desvios de Regressao	1	0.0576	0.0576	0.38	0.53807
Residuos	60	9.0193	0.1503		

TERRA DE DIATOMÁCEA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 -1.221273
2	1 -1.109216
3	2 -1.061209
4	3 -1.119668
5	4 -1.192655
6	5 -1.140036

APENDICE 31 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de folhas (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	21.5908	5.3977	76.090	0.000000
SILICIO	5	1.1051	0.2210	3.116	0.014474
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	2.2673	0.1134	1.598	0.083404
Resíduo	60	4.2563	0.0709		
Total	89	29.2195			

CV = -14.45 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1540417

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	21.4912	21.4912	302.96	0
Efeito quadratico	1	0.0458	0.0458	0.65	0.42506
Efeito cubico	1	0.0527	0.0527	0.74	0.39207
Desvios de Regressao	1	0.0011	0.0011	0.02	0.89986
Resíduos	60	4.2563	0.0709		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.4071	0.4071	5.74	0.01974
Efeito quadratico	1	0.1572	0.1572	2.22	0.14176
Efeito cubico	1	0.4121	0.4121	5.81	0.01902
Desvios de Regressao	2	0.1287	0.0643	0.91	0.40926
Resíduos	60	4.2563	0.0709		

APENDICE 32 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca do sistema radicular (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.25272	0.063179	9.2382	0.00001
SILICIO	5	0.18772	0.037543	5.4897	0.00032
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	0.07386	0.003693	0.5400	0.93635
Resíduo	60	0.41033	0.006839		
Total	89	0.92462			

CV = -0.95 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2222614

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.2379	0.2379	34.78	0
Efeito quadratico	1	0.0015	0.0015	0.22	0.63757
Efeito cubico	1	0.0018	0.0018	0.26	0.60965
Desvios de Regressao	1	0.0115	0.0115	1.68	0.19945
Resíduos	60	0.4103	0.0068		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0198	0.0198	2.9	0.09393
Efeito quadratico	1	0.0988	0.0988	14.44	0.00034
Efeito cubico	1	0.0386	0.0386	5.65	0.02071
Desvios de Regressao	2	0.0305	0.0153	2.23	0.11608
Resíduos	60	0.4103	0.0068		

APENDICE 33 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca do sistema radicular (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	4.5088	1.12721	10.6653	0.00000
SILICIO	5	4.2412	0.84823	8.0257	0.00001
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	1.2012	0.06006	0.5683	0.91930
Resíduo	60	6.3414	0.10569		
Total	89	16.2926			

CV = -17.53 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1024066

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	4.3476	4.3476	41.14	0
Efeito quadratico	1	0.0091	0.0091	0.09	0.7697
Efeito cubico	1	0.0716	0.0716	0.68	0.41363
Desvios de Regressao	1	0.0805	0.0805	0.76	0.38633
Resíduos	60	6.3414	0.1057		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.3334	0.3334	3.15	0.08077
Efeito quadratico	1	2.4869	2.4869	23.53	1e-05
Efeito cubico	1	0.9388	0.9388	8.88	0.00415
Desvios de Regressao	2	0.4820	0.2410	2.28	0.11104
Resíduos	60	6.3414	0.1057		

APENDICE 34 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca total (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. Dados transformado por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	2.7579	0.68948	23.3588	0.00000
SILICIO	5	0.9207	0.18414	6.2384	0.00010
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	0.4312	0.02156	0.7305	0.77935
Resíduo	60	1.7710	0.02952		
Total	89	5.8808			

CV = -4.44 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.6880017

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2.7014	2.7014	91.52	0
Efeito quadratico	1	0.00001	0.00001	0	0.98568
Efeito cubico	1	0.0003	0.0003	0.01	0.92522
Desvios de Regressao	1	0.0562	0.0562	1.9	0.17278
Resíduos	60	1.7710	0.0295		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0987	0.0987	3.34	0.07242
Efeito quadratico	1	0.5895	0.5895	19.97	4e-05
Efeito cubico	1	0.1464	0.1464	4.96	0.02968
Desvios de Regressao	2	0.0860	0.0430	1.46	0.24095
Resíduos	60	1.7710	0.0295		

APENDICE 35 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca total (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	22.572	5.6429	31.823	0.00000
SILICIO	5	10.417	2.0833	11.749	0.00000
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	3.068	0.1534	0.865	0.62853
Resíduo	60	10.639	0.1773		
Total	89	46.696			

CV = -51.87 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.9353277

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	22.4708	22.4708	126.72	0
Efeito quadratico	1	0.0023	0.0023	0.01	0.91052
Efeito cubico	1	0.0079	0.0079	0.04	0.83312
Desvios de Regressao	1	0.0906	0.0906	0.51	0.47754
Resíduos	60	10.6393	0.1773		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1.6113	1.6113	9.09	0.00377
Efeito quadratico	1	6.4028	6.4028	36.11	0
Efeito cubico	1	1.7967	1.7967	10.13	0.00231
Desvios de Regressao	2	0.6058	0.3029	1.71	0.18991
Resíduos	60	10.6393	0.1773		

APENDICE 36 - Resumo da análise de variância para índice de tolerância a salinidade (%) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	67.308	16.8270	23.9361	0.00000
SILICIO	5	30.478	6.0956	8.6709	0.00000
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	10.266	0.5133	0.7302	0.77964
Resíduo	60	42.180	0.7030		
Total	89	150.232			

CV = 78.62 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.4501

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	66.8267	66.8267	95.06	0
Efeito quadratico	1	0.0304	0.0304	0.04	0.83593
Efeito cubico	1	0.0770	0.0770	0.11	0.74175
Desvios de Regressao	1	0.3738	0.3738	0.53	0.46871
Resíduos	60	42.1798	0.7030		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	3.8546	3.8546	5.48	0.02254
Efeito quadratico	1	17.9034	17.9034	25.47	0
Efeito cubico	1	5.7157	5.7157	8.13	0.00596
Desvios de Regressao	2	3.0045	1.5022	2.14	0.12692
Resíduos	60	42.1798	0.7030		

APENDICE 37 - Resumo da análise de variância para índice de qualidade de Dickson de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	8.657	2.16429	10.6492	0.00000
SILICIO	5	10.425	2.08495	10.2588	0.00000
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	2.410	0.12049	0.5928	0.90256
Residuo	60	12.194	0.20323		
Total	89	33.686			

CV = -40.55 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.3935309

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	8.3121	8.3121	40.9	0
Efeito quadratico	1	0.0179	0.0179	0.09	0.76763
Efeito cubico	1	0.1162	0.1162	0.57	0.45246
Desvios de Regressao	1	0.2109	0.2109	1.04	0.31243
Residuos	60	12.1941	0.2032		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.9487	0.9487	4.67	0.03474
Efeito quadratico	1	5.8876	5.8876	28.97	0
Efeito cubico	1	2.4428	2.4428	12.02	0.00098
Desvios de Regressao	2	1.1456	0.5728	2.82	0.06762
Residuos	60	12.1941	0.2032		

APENDICE 38 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila a (índice de Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	171.9	42.972	1.1294	0.35127
SILICIO	5	951.2	190.244	5.0000	0.00068
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	894.3	44.715	1.1752	0.30647
Residuo	60	2282.9	38.049		
Total	89	4300.3			

CV = 17.11 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.06832235

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	33.63111
2	2	37.41444
3	4	35.64333
4	6	37.32889
5	8	36.23889

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	326.4413	326.4413	8.58	0.0048
Efeito quadratico	1	264.0279	264.0279	6.94	0.01071
Efeito cubico	1	326.7442	326.7442	8.59	0.00478
Desvios de Regressao	2	34.0051	17.0026	0.45	0.64174
Residuos	60	2,282.9210	38.0487		

APENDICE 39 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila a (índice de Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 60 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	949.7	237.434	10.2828	0.000002
SILICIO	5	693.9	138.782	6.0104	0.000143
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	764.8	38.241	1.6562	0.068558
Resíduo	60	1385.4	23.090		
Total	89	3793.9			

CV = 14.32 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5790346

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	912.6005	912.6005	39.52	0
Efeito quadratico	1	22.5721	22.5721	0.98	0.32677
Efeito cubico	1	2.5681	2.5681	0.11	0.73993
Desvios de Regressao	1	11.9954	11.9954	0.52	0.47385
Resíduos	60	1,385.4260	23.0904		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	141.5483	141.5483	6.13	0.01613
Efeito quadratico	1	297.6847	297.6847	12.89	0.00067
Efeito cubico	1	195.6007	195.6007	8.47	0.00506
Desvios de Regressao	2	59.0787	29.5393	1.28	0.28571
Resíduos	60	1,385.4260	23.0904		

APENDICE 40 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila b (índice de Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	13.66	3.414	0.6491	0.62970
SILICIO	5	173.07	34.614	6.5814	0.00006
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	161.69	8.084	1.5372	0.10210
Residuo	60	315.56	5.259		
Total	89	663.97			

CV = 34.91 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.4174005

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	5.984444
2	2	6.946667
3	4	6.487778
4	6	7.048889
5	8	6.375556

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	19.9962	19.9962	3.8	0.05587
Efeito quadratico	1	107.3626	107.3626	20.41	3e-05
Efeito cubico	1	24.9601	24.9601	4.75	0.03331
Desvios de Regressao	2	20.7487	10.3744	1.97	0.14801
Residuos	60	315.5560	5.2593		

APENDICE 41 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila b (índice de Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 60 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	160.93	40.232	14.7866	0.000000
SILICIO	5	104.85	20.970	7.7073	0.000012
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	88.86	4.443	1.6330	0.074156
Residuo	60	163.25	2.721		
Total	89	517.89			

CV = 27.42 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.8183818

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	144.0413	144.0413	52.94	0
Efeito quadratico	1	0.0115	0.0115	0	0.94845
Efeito cubico	1	4.3742	4.3742	1.61	0.20972
Desvios de Regressao	1	12.5002	12.5002	4.59	0.03614
Residuos	60	163.2499	2.7208		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Análise de variancia dos modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	27.6989	27.6989	10.18	0.00226
Efeito quadratico	1	44.2631	44.2631	16.27	0.00016
Efeito cubico	1	32.5030	32.5030	11.95	0.00101
Desvios de Regressao	2	0.3864	0.1932	0.07	0.93154
Residuos	60	163.2499	2.7208		

APENDICE 42 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila total (índice de Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	277.0	69.24	1.3303	0.269140
SILICIO	5	1826.2	365.24	7.0170	0.000032
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	1628.1	81.41	1.5640	0.093445
Residuo	60	3123.0	52.05		
Total	89	6854.3			

CV = 16.93 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.3333665

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	39.61556
2	2	44.36111
3	4	42.13111
4	6	44.37778
5	8	42.61444

TERRA DE DIATOMÁCEA

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	508.0245	508.0245	9.76	0.00275
Efeito quadratico	1	708.1201	708.1201	13.6	0.00049
Efeito cubico	1	532.3205	532.3205	10.23	0.00221
Desvios de Regressao	2	77.7230	38.8615	0.75	0.47832
Residuos	60	3,123.0460	52.0508		

APENDICE 43 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila total (índice de Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com terra de diatomácea (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 60 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1868.0	467.00	12.9319	0.000000
SILICIO	5	1305.4	261.08	7.2297	0.000024
CONDUTIVIDADE*SILICIO	20	1237.5	61.88	1.7134	0.056344
Residuo	60	2166.7	36.11		
Total	89	6577.7			

CV = 15.18 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.6583238

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,781.7690	1,781.7690	49.34	0
Efeito quadratico	1	23.6012	23.6012	0.65	0.42204
Efeito cubico	1	13.6455	13.6455	0.38	0.54107
Desvios de Regressao	1	48.9861	48.9861	1.36	0.24876
Residuos	60	2,166.7420	36.1124		

TERRA DE DIATOMÁCEA

Ajuste de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	294.4788	294.4788	8.15	0.00589
Efeito quadratico	1	571.5254	571.5254	15.83	0.00019
Efeito cubico	1	387.5730	387.5730	10.73	0.00175
Desvios de Regressao	2	51.8342	25.9171	0.72	0.49202
Residuos	60	2,166.7420	36.1124		

APENDICE 44 - Resumo da análise de variância para altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	18.46	4.6153	0.92873	0.45342
PROLINA	5	35.66	7.1317	1.43510	0.22483
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	93.94	4.6969	0.94516	0.53645
Resíduo	60	298.17	4.9694		
Total	89	446.23			

CV = 41.67 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.9345418

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	5.694444
2	2	6.055556
3	4	5.083333
4	6	5.083333
5	8	4.833333

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	6.233333
2	0.1	5.200000
3	0.2	5.366667
4	0.3	6.033333
5	0.4	4.833333
6	0.5	4.433333

APENDICE 45 - Resumo da análise de variância para altura do caule (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	19.07	4.7667	0.95439	0.43919
PROLINA	5	32.52	6.5044	1.30234	0.27509
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	78.87	3.9433	0.78954	0.71516
Resíduo	60	299.67	4.9944		
Total	89	430.12			

CV = 39.59 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.7875925

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	5.833333
2	2	6.444444
3	4	5.500000
4	6	5.277778
5	8	5.166667

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	6.466667
2	0.1	5.466667
3	0.2	5.766667
4	0.3	6.266667
5	0.4	5.166667
6	0.5	4.733333

APENDICE 46 - Resumo da análise de variância para altura da copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	281.71	70.428	2.4057	0.05936
PROLINA	5	397.81	79.563	2.7178	0.02801
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	592.92	29.646	1.0127	0.46199
Resíduo	60	1756.50	29.275		
Total	89	3028.95			

CV = 36.3 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1671526

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Interação não significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator são estatisticamente iguais.

	Níveis	Medias
1	10	12.19444
2	2	15.58333
3	4	13.52778
4	6	16.36111
5	8	16.86111

PROLINA

Análise de variância do modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	66.6288	66.6288	2.28	0.13664
Efeito quadrático	1	116.4198	116.4198	3.98	0.05068
Efeito cubico	1	206.6700	206.6700	7.06	0.01009
Desvios de Regressão	2	8.0952	4.0476	0.14	0.87115
Resíduos	60	1,756.5000	29.2750		

APENDICE 47 - Resumo da análise de variância para altura de copa (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	467.8	116.951	3.07228	0.02279
PROLINA	5	442.4	88.476	2.32424	0.05377
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	609.7	30.483	0.80078	0.70250
Resíduo	60	2284.0	38.067		
Total	89	3803.8			

CV = 38.1 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5440094

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	152.1681	152.1681	4	0.0501
Efeito quadratico	1	23.8343	23.8343	0.63	0.4319
Efeito cubico	1	285.0125	285.0125	7.49	0.00816
Desvios de Regressao	1	6.7907	6.7907	0.18	0.67427
Resíduos	60	2,284	38.0667		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	11.56667
2	0.1	17.53333
3	0.2	17.80000
4	0.3	17.76667
5	0.4	15.46667
6	0.5	17.03333

APENDICE 48 - Resumo da análise de variância para altura total (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	246.65	61.663	2.4575	0.055108
PROLINA	5	300.39	60.078	2.3943	0.047891
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	669.58	33.479	1.3343	0.193953
Resíduo	60	1505.50	25.092		
Total	89	2722.12			

CV = 24.73 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2089028

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	17.88889
2	2	21.63889
3	4	18.61111
4	6	21.44444
5	8	21.69444

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	14.4086	14.4086	0.57	0.45155
Efeito quadratico	1	138.3383	138.3383	5.51	0.02219
Efeito cubico	1	138.0408	138.0408	5.5	0.02232
Desvios de Regressao	2	9.6012	4.8006	0.19	0.82637
Resíduos	60	1,505.5000	25.0917		

APENDICE 49 - Resumo da análise de variância para altura total (cm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	502.3	125.579	3.8319	0.00772
PROLINA	5	376.3	75.269	2.2967	0.05627
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	714.9	35.746	1.0907	0.38248
Resíduo	60	1966.3	32.772		
Total	89	3559.9			

CV = 26.21 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.4964338

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	208.0125	208.0125	6.35	0.01444
Efeito quadratico	1	1.2153	1.2153	0.04	0.84795
Efeito cubico	1	282.5014	282.5014	8.62	0.00471
Desvios de Regressao	1	10.5875	10.5875	0.32	0.57189
Resíduos	60	1,966.3330	32.7722		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 18.03333
2	0.1 23.00000
3	0.2 23.56667
4	0.3 24.03333
5	0.4 20.63333
6	0.5 21.76667

APENDICE 50 - Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	28.467	7.1167	3.6009	0.010708
PROLINA	5	29.695	5.9390	3.0050	0.017388
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	55.678	2.7839	1.4086	0.154326
Resíduo	60	118.584	1.9764		
Total	89	232.424			

CV = 28.64 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1726572

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	8.4804	8.4804	4.29	0.04263
Efeito quadratico	1	4.6224	4.6224	2.34	0.13144
Efeito cubico	1	13.5356	13.5356	6.85	0.01121
Desvios de Regressao	1	1.8286	1.8286	0.93	0.33997
Resíduos	60	118.5835	1.9764		

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	8.9905	8.9905	4.55	0.03704
Efeito quadratico	1	13.2604	13.2604	6.71	0.01202
Efeito cubico	1	5.0926	5.0926	2.58	0.1137
Desvios de Regressao	2	2.3515	1.1758	0.59	0.55484
Resíduos	60	118.5835	1.9764		

APENDICE 51 - Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	33.691	8.4229	3.6795	0.00958
PROLINA	5	35.382	7.0764	3.0913	0.01507
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	46.581	2.3290	1.0174	0.45692
Resíduo	60	137.347	2.2891		
Total	89	253.001			

CV = 28.14 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1784826

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	13.5740	13.5740	5.93	0.01788
Efeito quadratico	1	1.4981	1.4981	0.65	0.42172
Efeito cubico	1	18.2341	18.2341	7.97	0.00646
Desvios de Regressao	1	0.3852	0.3852	0.17	0.68312
Resíduos	60	137.3470	2.2891		

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	9.9105	9.9105	4.33	0.04174
Efeito quadratico	1	18.9888	18.9888	8.3	0.0055
Efeito cubico	1	4.3891	4.3891	1.92	0.17128
Desvios de Regressao	2	2.0936	1.0468	0.46	0.63518
Resíduos	60	137.3470	2.2891		

APENDICE 52 - Resumo da análise de variância para número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.7170	0.17925	0.6018	0.66281
PROLINA	5	4.8949	0.97899	3.2867	0.01090
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	5.0113	0.25056	0.8412	0.65624
Resíduo	60	17.8720	0.29787		
Total	89	28.4952			

CV = -30.97 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5740917

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	-1.723234
2	2	-1.684122
3	4	-1.793265
4	6	-1.922567
5	8	-1.687794

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.7161	0.7161	2.4	0.12627
Efeito quadratico	1	0.7902	0.7902	2.65	0.1086
Efeito cubico	1	3.3855	3.3855	11.37	0.00131
Desvios de Regressao	2	0.0031	0.0015	0.01	0.99488
Resíduos	60	17.8720	0.2979		

APENDICE 53 - Resumo da análise de variância para número de brotações novas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	3.4772	0.86929	5.5720	0.00070
PROLINA	5	2.2697	0.45394	2.9097	0.02037
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	1.6852	0.08426	0.5401	0.93629
Resíduo	60	9.3606	0.15601		
Total	89	16.7927			

CV = -14.85 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2889236

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	2.7342	2.7342	17.53	9e-05
Efeito quadratico	1	0.4231	0.4231	2.71	0.10483
Efeito cubico	1	0.0108	0.0108	0.07	0.79304
Desvios de Regressao	1	0.3091	0.3091	1.98	0.16444
Resíduos	60	9.3606	0.1560		

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0026	0.0026	0.02	0.8972
Efeito quadratico	1	0.2162	0.2162	1.39	0.2438
Efeito cubico	1	0.0382	0.0382	0.24	0.62278
Desvios de Regressao	2	2.0128	1.0064	6.45	0.0029
Resíduos	60	9.3606	0.1560		

APENDICE 54 - Resumo da análise de variância para número de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	67498	16875	1.1461	0.34368
PROLINA	5	256562	51312	3.4852	0.00785
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	257276	12864	0.8737	0.61857
Resíduo	60	883369	14723		
Total	89	1464705			

CV = 53.84 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.05675369

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	174.1667
2	2	233.3889
3	4	242.0000
4	6	253.3889
5	8	223.8889

PROLINA

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	75,421.1400	75,421.1400	5.12	0.02724
Efeito quadratico	1	127,564.8000	127,564.8000	8.66	0.00461
Efeito cubico	1	1,517.2500	1,517.2500	0.1	0.74931
Desvios de Regressao	2	52,058.7400	26,029.3700	1.77	0.17946
Residuos	60	883,368.7000	14,722.8100		

APENDICE 55 - Resumo da análise de variância para número de folhas de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1017103	254276	15.6114	0.00000
PROLINA	5	283084	56617	3.4760	0.00797
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	291710	14586	0.8955	0.59338
Resíduo	60	977269	16288		
Total	89	2569166			

CV = 62.32 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2077058

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	943,531.3000	943,531.3000	57.93	0
Efeito quadratico	1	45,951.3000	45,951.3000	2.82	0.09823
Efeito cubico	1	27,609.8800	27,609.8800	1.7	0.1979
Desvios de Regressao	1	10.4413	10.4413	0	0.97988
Resíduos	60	977,269.0000	16,287.8200		

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	79,852.5300	79,852.5300	4.9	0.03063
Efeito quadratico	1	160,799.0000	160,799.0000	9.87	0.00261
Efeito cubico	1	8,064.2300	8,064.2300	0.5	0.48438
Desvios de Regressao	2	34,367.9600	17,183.9800	1.06	0.35455
Resíduos	60	977,269.0000	16,287.8200		

APENDICE 56 - Resumo da análise de variância para diâmetro do colo (mm) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.033325	0.0083313	6.5983	0.00018
PROLINA	5	0.034971	0.0069942	5.5393	0.00029
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	0.022829	0.0011414	0.9040	0.58355
Resíduo	60	0.075758	0.0012626		
Total	89	0.166882			

CV = -0.41 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.002994028

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais!

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0175	0.0175	13.86	0.00044
Efeito quadratico	1	0.0011	0.0011	0.84	0.36227
Efeito cubico	1	0.0123	0.0123	9.72	0.00279
Desvios de Regressao	1	0.0025	0.0025	1.97	0.16601
Resíduos	60	0.0758	0.0013		

PROLINA

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0032	0.0032	2.54	0.11615
Efeito quadratico	1	0.0189	0.0189	15	0.00027
Efeito cubico	1	0.0109	0.0109	8.61	0.00473
Desvios de Regressao	2	0.0020	0.0010	0.77	0.4653
Resíduos	60	0.0758	0.0013		

APENDICE 57 - Resumo da análise de variância para densidade radicular (g cm^{-3}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados em boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.35430	0.088576	6.0329	0.00038
PROLINA	5	0.21985	0.043970	2.9948	0.01768
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	0.24201	0.012100	0.8242	0.67585
Resíduo	60	0.88092	0.014682		
Total	89	1.69708			

CV = 3.08 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.08877233

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.2181	0.2181	14.85	0.00029
Efeito quadratico	1	0.0001	0.0001	0.01	0.92917
Efeito cubico	1	0.0821	0.0821	5.59	0.02132
Desvios de Regressao	1	0.0540	0.0540	3.68	0.05986
Resíduos	60	0.8809	0.0147		

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0919	0.0919	6.26	0.0151
Efeito quadratico	1	0.0708	0.0708	4.82	0.03194
Efeito cubico	1	0.0276	0.0276	1.88	0.17572
Desvios de Regressao	2	0.0296	0.0148	1.01	0.37158
Resíduos	60	0.8809	0.0147		

APENDICE 58 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca do caule (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.068232	0.0170581	6.6849	0.00016
PROLINA	5	0.041618	0.0083236	3.2619	0.01136
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	0.051926	0.0025963	1.0175	0.45689
Resíduo	60	0.153105	0.0025517		
Total	89	0.314882			

CV = -0.33 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1087425

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0503	0.0503	19.73	4e-05
Efeito quadratico	1	0.0002	0.0002	0.08	0.77246
Efeito cubico	1	0.0150	0.0150	5.87	0.0184
Desvios de Regressao	1	0.0027	0.0027	1.06	0.30826
Resíduos	60	0.1531	0.0026		

PROLINA

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.0062	0.0062	2.43	0.12431
Efeito quadratico	1	0.0294	0.0294	11.5	0.00124
Efeito cubico	1	0.0055	0.0055	2.17	0.14597
Desvios de Regressao	2	0.0005	0.0003	0.1	0.9007
Resíduos	60	0.1531	0.0026		

APENDICE 59 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca do caule (g planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	0.9264	0.231591	6.2265	0.00029
PROLINA	5	0.8493	0.169854	4.5666	0.00135
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	0.5743	0.028713	0.7720	0.73472
Resíduo	60	2.2317	0.037195		
Total	89	4.5816			

CV = -5.68 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.6761242

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.6846	0.6846	18.41	7e-05
Efeito quadratico	1	0.0013	0.0013	0.04	0.85023
Efeito cubico	1	0.2015	0.2015	5.42	0.02332
Desvios de Regressao	1	0.0389	0.0389	1.05	0.31037
Resíduos	60	2.2317	0.0372		

PROLINA

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	0.2314	0.2314	6.22	0.0154
Efeito quadratico	1	0.4549	0.4549	12.23	0.00089
Efeito cubico	1	0.1104	0.1104	2.97	0.09012
Desvios de Regressao	2	0.0527	0.0263	0.71	0.49674
Resíduos	60	2.2317	0.0372		

APENDICE 60 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca de folhas (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	1159.67	289.918	43.561	0.00000
PROLINA	5	7.22	1.443	0.217	0.95399
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	100.73	5.036	0.757	0.75140
Resíduo	60	399.33	6.655		
Total	89	1666.94			

CV = 66.8 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.05240885

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	1,011.2790	1,011.2790	151.95	0
Efeito quadratico	1	116.1579	116.1579	17.45	1e-04
Efeito cubico	1	11.8837	11.8837	1.79	0.18652
Desvios de Regressao	1	20.3505	20.3505	3.06	0.08547
Resíduos	60	399.3298	6.6555		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	3.364667
2	0.1	4.148667
3	0.2	3.866667
4	0.3	4.229333
5	0.4	3.824000
6	0.5	3.738667

APENDICE 61 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de folhas (g planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. Dados transformados por boxcox. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	9.0716	2.26789	52.605	0.00000
PROLINA	5	0.1600	0.03200	0.742	0.59488
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	1.1296	0.05648	1.310	0.20858
Resíduo	60	2.5867	0.04311		
Total	89	12.9478			

CV = -5.81 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.06806333

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	8.9976	8.9976	208.7	0
Efeito quadratico	1	0.0081	0.0081	0.19	0.66676
Efeito cubico	1	0.0003	0.0003	0.01	0.93333
Desvios de Regressao	1	0.0656	0.0656	1.52	0.22222
Resíduos	60	2.5867	0.0431		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	-3.632266
2	0.1	-3.518887
3	0.2	-3.625389
4	0.3	-3.549417
5	0.4	-3.545532
6	0.5	-3.588964

APENDICE 62 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca de raízes (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	333.08	83.270	5.0764	0.00137
PROLINA	5	135.01	27.001	1.6461	0.16174
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	332.05	16.602	1.0121	0.46257
Resíduo	60	984.20	16.403		
Total	89	1784.33			

CV = 69.68 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1796345

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	247.1748	247.1748	15.07	0.00026
Efeito quadratico	1	0.0004	0.0004	0	0.99617
Efeito cubico	1	85.6842	85.6842	5.22	0.02583
Desvios de Regressao	1	0.2190	0.2190	0.01	0.90841
Resíduos	60	984.1973	16.4033		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 3.598000
2	0.1 5.981333
3	0.2 6.623333
4	0.3 7.403333
5	0.4 4.996000
6	0.5 6.274000

APENDICE 63 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de raízes (g planta^{-1}) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m^{-1}). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	90.15	22.5371	5.5863	0.00069
PROLINA	5	41.49	8.2983	2.0569	0.08343
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	77.03	3.8515	0.9547	0.52572
Resíduo	60	242.06	4.0343		
Total	89	450.73			

CV = 71.67 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1893148

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	71.9848	71.9848	17.84	8e-05
Efeito quadratico	1	0.0873	0.0873	0.02	0.88355
Efeito cubico	1	18.0753	18.0753	4.48	0.03844
Desvios de Regressao	1	0.0008	0.0008	0	0.98908
Resíduos	60	242.0593	4.0343		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 1.449333
2	0.1 2.848000
3	0.2 3.476000
4	0.3 3.270000
5	0.4 2.534667
6	0.5 3.237333

APENDICE 64 - Resumo da análise de variância para massa da matéria fresca total (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	4084.6	1021.14	12.2998	0.00000
PROLINA	5	642.5	128.50	1.5478	0.18879
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	1475.0	73.75	0.8883	0.60164
Resíduo	60	4981.3	83.02		
Total	89	11183.4			

CV = 64.44 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1579844

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	3,445.4880	3,445.4880	41.5	0
Efeito quadratico	1	89.5001	89.5001	1.08	0.3033
Efeito cubico	1	545.8732	545.8732	6.58	0.01286
Desvios de Regressao	1	3.7175	3.7175	0.04	0.83313
Resíduos	60	4,981.2630	83.0211		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	9.305333
2	0.1	14.721333
3	0.2	17.134000
4	0.3	16.914000
5	0.4	12.572000
6	0.5	14.189333

APENDICE 65 - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca total (g planta⁻¹) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando p<0,05. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	991.26	247.816	12.5859	0.00000
PROLINA	5	207.73	41.545	2.1100	0.07649
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	361.56	18.078	0.9181	0.56727
Resíduo	60	1181.40	19.690		
Total	89	2741.95			

CV = 67.59 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2600252

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	868.9574	868.9574	44.13	0
Efeito quadratico	1	31.2703	31.2703	1.59	0.21247
Efeito cubico	1	87.6688	87.6688	4.45	0.03903
Desvios de Regressao	1	3.3676	3.3676	0.17	0.68067
Resíduos	60	1,181.3980	19.6900		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 3.437333
2	0.1 6.903333
3	0.2 7.968667
4	0.3 7.835333
5	0.4 6.199333
6	0.5 7.048667

APENDICE 66 - Resumo da análise de variância para índice de tolerância a salinidade (%) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	314966	78742	12.5859	0.00000
PROLINA	5	66003	13201	2.1100	0.07649
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	114884	5744	0.9181	0.56727
Resíduo	60	375379	6256		
Total	89	871233			

CV = 67.59 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2600252

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	276,104.1000	276,104.1000	44.13	0
Efeito quadratico	1	9,935.8760	9,935.8760	1.59	0.21247
Efeito cubico	1	27,856.0400	27,856.0400	4.45	0.03903
Desvios de Regressao	1	1,070.0380	1,070.0380	0.17	0.68067
Resíduos	60	375,379.3000	6,256.3220		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1 0	61.27154
2 0.1	123.05407
3 0.2	142.04397
4 0.3	139.66726
5 0.4	110.50505
6 0.5	125.64468

APENDICE 67 - Resumo da análise de variância para índice de qualidade de Dickson de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 90 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	131.97	32.993	4.3352	0.00380
PROLINA	5	78.70	15.740	2.0682	0.08191
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	153.61	7.680	1.0092	0.46573
Residuo	60	456.63	7.610		
Total	89	820.91			

CV = 74.18 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.1157807

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Analise de variancia de modelos polinomiais de regressao

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	99.3860	99.3860	13.06	0.00062
Efeito quadratico	1	0.0021	0.0021	0	0.98689
Efeito cubico	1	32.5167	32.5167	4.27	0.04305
Desvios de Regressao	1	0.0672	0.0672	0.01	0.92543
Residuos	60	456.6299	7.6105		

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

Niveis	Medias
1	0 1.876399
2	0.1 3.767395
3	0.2 4.618648
4	0.3 4.329010
5	0.4 3.301144
6	0.5 4.421164

APENDICE 68 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila a (índice de clorofila Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	367.0	91.760	1.43630	0.23308
PROLINA	5	429.0	85.805	1.34309	0.25870
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	1112.3	55.617	0.87057	0.62224
Resíduo	60	3833.2	63.886		
Total	89	5741.6			

CV = 24.09 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2821356

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	29.55556
2	2	35.48111
3	4	32.80000
4	6	34.45333
5	8	33.62000

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	29.01333
2	0.1	34.69733
3	0.2	33.71067
4	0.3	34.07200
5	0.4	31.91600
6	0.5	35.68267

APENDICE 69 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila a (índice de clorofila Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 60 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	307.7	76.929	1.61519	0.18216
PROLINA	5	117.3	23.468	0.49273	0.78041
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	961.5	48.076	1.00941	0.46549
Resíduo	60	2857.7	47.628		
Total	89	4244.3			

CV = 22.74 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5685197

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	27.11444
2	2	31.13556
3	4	32.74000
4	6	30.75556
5	8	29.98556

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	28.33600
2	0.1	30.44667
3	0.2	30.64000
4	0.3	31.21200
5	0.4	29.56933
6	0.5	31.87333

APENDICE 70 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila b (índice de clorofila Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	32.87	8.2165	1.7066	0.16038
PROLINA	5	39.66	7.9325	1.6476	0.16136
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	63.95	3.1974	0.6641	0.84441
Residuo	60	288.88	4.8147		
Total	89	425.36			

CV = 47.68 %

Teste de normalidade dos residuos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.4584519

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	3.920000
2	2	5.666667
3	4	4.326667
4	6	4.818889
5	8	4.278889

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	3.721333
2	0.1	5.050667
3	0.2	5.436000
4	0.3	4.532000
5	0.4	3.761333
6	0.5	5.112000

APENDICE 71 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila b (índice de clorofila Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 60 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	64.20	16.0509	2.60882	0.04434
PROLINA	5	25.69	5.1381	0.83511	0.52999
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	74.80	3.7401	0.60790	0.89143
Resíduo	60	369.15	6.1525		
Total	89	533.85			

CV = 52.32 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.8835886

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

Análise de variância de modelos polinomiais de regressão

	GL	SQ	QM	Fc	valor.p
Efeito linear	1	40.7456	40.7456	6.62	0.01256
Efeito quadratico	1	19.4444	19.4444	3.16	0.08051
Efeito cubico	1	3.5899	3.5899	0.58	0.44795
Desvios de Regressão	1	0.4235	0.4235	0.07	0.79394
Resíduos	60	369.1515	6.1525		

PROLINA

De acordo com o teste F, as médias desse fator são estatisticamente iguais.

Níveis	Medias
1	0 3.689333
2	0.1 4.844000
3	0.2 4.953333
4	0.3 4.789333
5	0.4 4.690667
6	0.5 5.480000

APENDICE 72 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila total (índice de clorofila Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 30 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	585.7	146.420	1.58284	0.19053
PROLINA	5	680.8	136.153	1.47185	0.21245
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	1432.4	71.622	0.77425	0.73219
Resíduo	60	5550.3	92.505		
Total	89	8249.2			

CV = 25.45 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.5640717

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	33.47556
2	2	41.14778
3	4	37.12667
4	6	39.27222
5	8	37.89889

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	32.73467
2	0.1	39.74800
3	0.2	39.14667
4	0.3	38.60400
5	0.4	35.67733
6	0.5	40.79467

APENDICE 73 - Resumo da análise de variância para teor de clorofila total (índice de clorofila Falker) de plantas de *Plinia cauliflora* tratadas com prolina (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g kg de substrato⁻¹) e submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação (2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹). 60 dias após o início do estresse. Significativo quando $p < 0,05$. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CONDUTIVIDADE	4	632.0	158.001	1.99106	0.10736
PROLINA	5	244.9	48.984	0.61727	0.68707
CONDUTIVIDADE*PROLINA	20	1464.2	73.210	0.92255	0.56221
Resíduo	60	4761.3	79.355		
Total	89	7102.4			

CV = 25.39 %

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-wilk)

valor-p: 0.2370695

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Interacao nao significativa: analisando os efeitos simples

CONDUTIVIDADE

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	10	30.18889
2	2	36.39556
3	4	38.02556
4	6	35.94222
5	8	34.88444

PROLINA

De acordo com o teste F, as medias desse fator sao estatisticamente iguais.

	Niveis	Medias
1	0	32.02533
2	0.1	35.29067
3	0.2	35.59333
4	0.3	36.00133
5	0.4	34.26000
6	0.5	37.35333
