



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

WAGNER DE BRITO MORAIS

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE EXTRATO DE *Arthrospira platensis* COMO
BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SABIÁ (*Mimosa
caesalpinifolia*)**

NATAL- RN
2025

WAGNER DE BRITO MORAIS

**TÍTULO: EFEITO DA APLICAÇÃO DE EXTRATO DE *Arthrospira platensis*
COMO BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SABIÁ (*Mimosa
caesalpinifolia*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Sidney Carlos Praxedes

Coorientador: Renner Bento de Lima

NATAL – RN
2025

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski - Escola Agrícola de Jundiá -
EAJ - Macaíba

Morais, Wagner de Brito.

Efeito da aplicação de extrato de *Arthrospira Platensis* como bioestimulante na produção de mudas de Sabiá (*Mimosa Caesalpinifolia*) / Wagner de Brito Moraes. - Macaíba, 2025. 29f.: il.

Monografia (Bacharel) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Macaíba, RN, 2025. Orientador: Prof. Dr. Sidney Carlos Praxedes. Coorientador: Prof. Dr. Renner Bento de Lima.

1. Bioestimulantes - Monografia. 2. Extrato de algas - Monografia. 3. Mudas florestais - Monografia. I. Praxedes, Sidney Carlos. II. Lima, Renner Bento de. III. Título.

RN/UF/BSPRH

CDU 582.26

WAGNER DE BRITO MORAIS

**TÍTULO: EFEITO DA APLICAÇÃO DE EXTRATO DE *Arthrospira platensis*
COMO BIOESTIMULANTE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE SABIÁ (*Mimosa
caesalpinifolia*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
apresentado ao componente curricular Trabalho
de Conclusão de Curso II (EFL0345) do curso de
graduação em Engenharia Florestal da
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
como parte das exigências para obtenção do
título de graduado em Engenharia Florestal.

Sidney Carlos Praxedes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Renner Bento de Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Fabiana Rodrigues de Arruda Câmara

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

NATAL – RN
2025

Dedico este trabalho à minha família, pilares do meu caminhar, que com amor, coragem e fé estiveram ao meu lado em cada passo desta jornada intensa e cheia de significados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter sido meu refúgio nos dias difíceis e minha luz nos momentos de incerteza. Sem a fé que me sustenta, não teria encontrado forças para percorrer essa jornada árdua, mas repleta de sentido.

Com o coração apertado de saudade, dedico este trabalho à memória do meu pai, que partiu deste plano no decorrer deste ano. Um dos meus maiores incentivadores, cuja ausência física não diminui sua presença em mim. Sei que, de algum lugar, ele sorri com orgulho por esta conquista.

À minha mãe, mulher de força silenciosa e amor inabalável, minha eterna fonte de inspiração. Seu exemplo me guia, sua coragem me fortalece, e sua fé me sustentou mesmo quando eu duvidei de mim mesmo.

Aos meus irmãos, dedico a esperança de que cada passo trilhado com esforço e dedicação constrói caminhos de realização. Que minha caminhada os inspire a acreditar no valor de seus próprios sonhos.

Aos mestres que encontrei ao longo do caminho, meu mais sincero agradecimento. Cada ensinamento transmitido, cada palavra de incentivo, cada correção atenta, tudo foi essencial para minha formação. Vocês plantaram sementes que florescerão por toda a minha vida profissional e pessoal. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se concretizasse, deixo meu reconhecimento e minha gratidão.

RESUMO

A *Mimosa caesalpinifolia* Bentham, popularmente conhecida como sabiá, é uma espécie vegetal nativa da Caatinga que apresenta elevado potencial para o enriquecimento de solos degradados, devido à sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico. Além disso, sua rápida taxa de crescimento e as boas características físico-mecânicas de sua madeira tornam-na uma planta de grande interesse tanto para a recuperação ambiental quanto para usos industriais. A madeira do sabiá é densa, resistente e durável, sendo amplamente utilizada na construção civil, na fabricação de estacas, mourões, lenha e carvão vegetal, o que reforça sua relevância econômica e ecológica em regiões semiáridas. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de extrato aquoso de *Arthrospira platensis* no desenvolvimento de mudas de sabiá. O experimento foi conduzido utilizando o processo de embebição das sementes em diferentes períodos de tempo. Foram estabelecidos quatro tratamentos, com quatro repetições e 10 plantas por parcela: o tratamento T0, no qual as sementes não foram embebidas (controle), e os tratamentos T1, T2 e T3, nos quais as sementes foram embebidas no extrato de algas por 6, 12 e 24 horas, respectivamente. Foram avaliados os seguintes parâmetros de desenvolvimento das mudas: potencial de germinação, altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca e seca e número de folhas. As avaliações ocorreram ao longo de um período de 47 dias, com uma única avaliação final ao término deste período. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Não se verificou efeito significativo da embebição das sementes no aumento da germinação nem no crescimento inicial das mudas (altura, diâmetro do caule e massa fresca e seca da parte aérea). A partir destes resultados, recomenda-se pesquisas testando outras concentrações do extrato de microalgas, tempo de embebição das sementes bem como outras formas de aplicação.

Palavras-chave: Bioestimulantes; mudas florestais; extrato de algas; alternativa ecológica.

ABSTRACT

Mimosa caesalpiniiifolia Bentham, popularly known as sabiá, is a native species of the Caatinga that has a high potential for enriching degraded soils due to its ability to fix atmospheric nitrogen. In addition, its fast growth rate and physical-mechanical characteristics make it a plant of great interest for both environmental recovery and industrial uses. The present study aimed to evaluate the effects of the application of aqueous extract of *Arthrospira platensis* on the development of sabiá seedlings. The experiment was conducted using the seed soaking process for different periods of time. Four treatments were established, with four replicates and 10 plants per plot: treatment T0, in which the seeds were not soaked (control), and treatments T1, T2 and T3, in which the seeds were soaked in the seaweed extract for 6, 12 and 24 hours, respectively. The following seedling development parameters were evaluated: germination potential, plant height, stem diameter, fresh and dry mass, and number of leaves. The evaluations were carried out over a period of 47 days, with a single final evaluation at the end of this period. The experimental design was completely randomized. There was no significant effect of seed soaking on increased germination or initial seedling growth (height, stem diameter, and fresh and dry mass of the aerial part). Based on these results, further research is recommended testing other concentrations of microalgae extract, seed soaking time, and other forms of application.

Keywords: Biostimulants; forest seedlings; seaweed extract; ecological alternative.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Sabiá (<i>Mimosa caesalpinifolia</i>).....	10
2.2. Importância e utilização do Sabiá.....	11
2.3. Importância do aperfeiçoamento da produção de mudas.....	11
2.4. Benefícios do extrato de algas para o desenvolvimento de plantas	12
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. Objetivo Geral.....	14
3.2. Objetivos Específicos.....	14
4. METODOLOGIA.....	15
4.1. Localização e caracterização da área experimental.....	15
4.2. Obtenção dos extratos de <i>A. platensis</i>	15
4.3. Delineamento e caracterização do experimento.....	15
4.4. Implantação e condução do experimento.....	16
4.5. Variáveis analisadas.....	16
4.6. Análise estatística.....	17
5. RESULTADOS.....	18
5.1. Germinação.....	18
5.2. Altura das mudas.....	18
5.3. Diâmetro do caule.....	19
5.4. Número de folhas.....	20
5.5. Massa fresca da parte aérea.....	20
5.6. Massa seca da parte aérea.....	20
6. DISCUSSÃO.....	21
7. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

A *Mimosa caesalpinifolia* Benthham, popularmente conhecida como sabiá, é uma espécie vegetal de ampla distribuição geográfica. É utilizada para o enriquecimento do solo e recuperação de áreas degradadas (Simon et al., 2011). Além disso, destaca-se por suas propriedades físicas, sendo empregada em construções, na produção de estacas e na fabricação de carvão vegetal.

A produção de mudas florestais de qualidade pode ser considerada um elemento fundamental para o sucesso na restauração de áreas degradadas e no reflorestamento (Nascimento et al., 2017). Nesse contexto, o desenvolvimento de bioestimulantes que atendam de forma eficiente às necessidades dessas plantas torna-se um fator primordial a ser considerado. A escolha de um bioestimulante adequado para a produção de mudas pode aumentar significativamente a taxa de sucesso no desenvolvimento dessas plantas. A utilização de algas marinhas como potencial bioestimulante de plantas tem ganhado destaque. O extrato de algas é composto por componentes complexos que estimulam respostas internas das plantas (Khan et al., 2009), tais como o crescimento e a defesa, e por isso são chamados de “estimulador metabólico”.

A germinação e o estabelecimento das plântulas constituem o período mais crítico no ciclo de vida das plantas. Sendo assim, esse trabalho visa testar os efeitos da aplicação de algas marinhas como bioestimulante para produção de mudas *M. caesalpinifolia*. Dessa forma, este estudo propõe avaliar os efeitos de distintos períodos de embebição das sementes em extrato aquoso de *Arthrospira platensis* (Spirulina) no desenvolvimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*)

Mimosa é um dos maiores gêneros de leguminosas com mais de 500 espécies. Possui mais de 40 espécies distribuídas no velho mundo e ocupam diferentes habitats (Simon et al., 2011). A maioria dessas espécies está concentrada na região Central do Brasil, América do Sul subtropical, México e ainda algumas espécies na região dos Andes, Caribe e Madagascar (Grether et al., 1996).

Sua capacidade de fixar nitrogênio e crescer rapidamente torna essas plantas importantes para a conservação e o enriquecimento do solo (Simon et al., 2011). A *M. caesalpinifolia*, por exemplo, é conhecida por ser utilizada para reflorestamento.

De acordo com Lorenzi (2006), a posição taxonômica de *M. caesalpinifolia* é: pertence à divisão Magnoliophyta (Angiospermae), classe Magnoliopsida (Dicotyledoneae), ordem Fabales, família Mimosaceae (Leguminosae: Mimosoideae), gênero *Mimosa* e espécie *Mimosa caesalpinifolia* Bentham. Popularmente, é conhecida nas regiões de Pernambuco e Ceará como Sabiá e nas regiões do Piauí como unha de gato.

A espécie *M. caesalpinifolia*, é arbustiva ou perenifólia, o tronco geralmente é dotado de acúleos mas também pode ser inerte. Sua ramificação é dicotômica, com copas espalhadas e pouco densas. Suas folhas são compostas bipinadas, alternas e geralmente com seis pinas opostas (Carvalho, 2007). Com pina geralmente provida de quatro ou oito folíolos glabros, opostos e discolors, sendo os folíolos basais ovados e os apicais irregularmente obovados (em cada pina). Ainda em Carvalho (2007), suas inflorescências são descritas por ser em espigas cilíndricas, medindo de 5 a 10 cm de comprimento, as flores são bissexuais de tamanho pequeno e de coloração branca. O fruto dessas plantas é um craspédio com tamanho que varia de 7 a 10 cm de comprimento por 10 a 13 mm de largura, teniado ou segmentado, preso a dois filamentos laterais. Já a sua semente varia em forma de obovóide a oblonga e orbicular, dura e lisa, com tamanhos de 5,1 a 5,9 mm de comprimento por 4,4 mm a 6,3 mm de largura, e 1,3 mm a 1,8 mm de espessura.

2.2. Importância e utilização do Sabiá

A sabiá como é popularmente conhecida a *M. caesalpinifolia*, é uma espécie que ocorre tanto em formações primárias como secundárias. Sua importância, já bem descrita na literatura, destaca-se por suas propriedades físico-mecânicas, que a tornam amplamente utilizada em construções (Nascimento et al., 2017). Também são utilizadas na região nordeste para forrageamento e produção de mourões, cercas, lenha e carvão natural. Devido ao seu rápido crescimento, é também utilizada no reflorestamento de áreas degradadas. Também utilizada na medicina popular para tratamento de doenças respiratórias (Lorenzi et al., 2006).

A sabiá possui uma característica ecológica de se associar a bactéria fixadora de nitrogênio e fungos micorrízicos arbusculares. Essa interação natural pode substituir o uso de fertilizantes químicos nitrogenados, tornando-a uma alternativa como biofertilizante natural.

Além disso, suas folhas constituem uma importante fonte de alimentação para o gado, especialmente para caprinos, durante os períodos de seca na região Nordeste. Tendo em vista essa importância econômica, o desenvolvimento de métodos que potencializam sua produção, como a produção de mudas de qualidade, é fundamental. Sabe-se, por exemplo, que suas sementes apresentam dormência, caracterizada pela resistência dos tegumentos, o que tem dificultado a produção de mudas (De Souza Pinto et al., 2011).

2.3. Importância do aperfeiçoamento da produção de mudas

A muda é um estágio inicial da planta. A produção de mudas é um processo inicial do ciclo produtivo, no qual, em meados do século XX, pesquisadores começaram a examinar os fatores que atribuíam às plantas melhores condições de sobrevivência em cativeiro (Grossnickle, 2012).

Em Grossnickle, 2012 a definição da qualidade de uma muda vem de medições das propriedades que descrevem o material (propriedades individuais das plantas) e atributos do desempenho (medições da planta que refletem respostas a condições ambientais definidas). Os parâmetros morfológicos são os

mais utilizados para definição de padrão de qualidade das mudas (Gomes et al., 2002). Entre eles, está a altura, idade, folhas, padrões de hastes, manchas foliares e nutrição .

A produção de alimentos saudáveis, sustentáveis e preocupação ambiental tornaram-se um dos principais objetivos da agricultura moderna, sendo estresses bióticos e abióticos as principais causas de reduções significativas e perdas econômicas para a indústria da agricultura (Sujeeth et al., 2022). Nas últimas décadas, várias ferramentas e abordagens ecológicas foram propostas para melhorar a produção agrícola, uma dessas ferramentas é o fornecimento de composições de derivação natural e segura, como é o caso dos bioestimulantes.

2.4. Benefícios do extrato de algas para o desenvolvimento de plantas

Nesse contexto, surge como alternativa o uso de extratos de algas marinhas como bioestimulante para o crescimento de plantas, podendo ser uma tecnologia promissora. Os extratos de algas marinhas estimulam as respostas internas das plantas (defesa e crescimento) ao invés de fornecer suplementação utilizável ou degradada pela planta (Samuels et al., 2022).

Tradicionalmente o uso de algas marinhas na agricultura tem sido feito como alternativa nutricional, na ração animal. No entanto, seu potencial como bioestimulante é uma descoberta recente. O efeito dos extratos de algas marinhas como bioestimulantes ou “melhoradores metabólicos” está relacionado à complexidade de seus componentes, que incluem desde macro e microelementos, aminoácidos, vitaminas, citocininas e substâncias promotoras de crescimento, como o ácido abscísico, os quais influenciam diretamente o metabolismo celular nas plantas tratadas (Khan et al., 2009).

Arthrospira platensis

A microalga *Arthrospira platensis* tem sido extensivamente estudada devido ao seu potencial terapêutico em diversas áreas, incluindo a capacidade de prevenir e diminuir os danos causados pela hiperlipidemia e a atividade

antioxidante (Belay, 2002). *A. platensis* é uma cianobactéria filamentosa fotoautotrófica utilizada principalmente como suplemento alimentar (Henrikson, 1994) por apresentar proteínas (55-70%), açúcares (12-25%), ácidos graxos essenciais (18%), vitaminas e minerais em sua constituição química (Sanchez et al., 2003).

Mais recentemente a *A. platensis* vem sendo testada como bioestimulante no desenvolvimento de plantas, com efeitos positivos na germinação e desenvolvimento da radícula de tomate (Schneider et al. 2022).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito do extrato aquoso de *Arthrospira platensis* no desenvolvimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia*.

3.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o impacto da embebição das sementes de sabiá em extrato aquoso de *A. platensis* por diferentes períodos de tempo (0, 6, 12 e 24h) na germinação.
- Analisar o crescimento das mudas de sabiá, considerando parâmetros como altura da planta, diâmetro do caule, massa fresca e seca e número de folhas.

4. METODOLOGIA

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado no viveiro do Laboratório Horta Comunitária Nutrir (LabNutrir) do Departamento de Nutrição (DNUT) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Campus Central, coordenadas 5°50'4.41"S 35°12'7.79"O. Foi conduzido em casa de vegetação com estrutura recoberta com sombrite 50%. O viveiro está localizado no município de Natal, Estado do Rio Grande do Norte (RN). O clima do município é caracterizado como tropical chuvoso, segundo classificação climática de Köppen-Geiger. Esse tipo de clima caracteriza-se pela ausência de chuvas no verão e sua ocorrência no inverno, com índices pluviométricos anuais de 1.225 mm (Alvares et al., 2013). O período chuvoso da região ocorre entre os meses de março e julho e a temperatura média anual é de aproximadamente 26 °C. A cidade de Natal situa-se num platô com altitude média de 30 m em relação ao nível do mar (PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL, 2014).

4.2. Obtenção dos extratos de *A. platensis*

A microalga foi cultivada no Departamento de Aquicultura da Escola Agrícola de Jundiá. Após a obtenção da biomassa, o extrato foi armazenado em geladeira até a utilização na embebição das sementes.

4.3. Delineamento e caracterização do experimento

O experimento foi conduzido em um esquema fatorial 4x4, considerando quatro tratamentos de embebição das sementes e quatro repetições, com 10 plantas por parcela. Os tratamentos consistiram em diferentes períodos de embebição das sementes no extrato aquoso de *A. platensis*: T0 (controle), onde as sementes não foram embebidas, e os tratamentos T1, T2 e T3, onde as sementes são embebidas por 6, 12 e 24 horas, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

4.4. Implantação e condução do experimento

Os substratos formulados para o experimento foram compostos por solo coletado na escola Agrícola de Jundiá (EAJ) e composto orgânico (comercial) na proporção de 2:1.

Frutos de sabiá foram coletados no horto florestal da UFRN. As sementes foram retiradas do fruto e submetidas à quebra de dormência por meio de escarificação mecânica com lixa, realizada a partir de uma pequena abrasão no tegumento na região oposta ao hilo. As sementes foram semeadas em tubetes de polietileno com tamanho de 290 cm³, 190 mm de altura e 63 mm de diâmetro da boca, sendo colocadas 03 (três) sementes por recipiente. Após 10 dias do plantio, foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por tubete. As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia de forma manual e mecanizada, com o auxílio de regadores plásticos e aspersores, aplicando-se aproximadamente cinco milímetros (05 mm) de água por dia.

4.5. Variáveis analisadas

Aos 47 dias após a semeadura avaliou-se:

- Comprimento da parte aérea ou altura – ALT (cm) = medida desde o coleto até o ápice da planta;
- Número de folhas por planta – NF (und.);
- Diâmetro do coleto – DC (cm);
- Massa fresca da parte aérea – MFPA (g);
- Massa seca da parte aérea - MSPA (g);

A mensuração do comprimento da parte aérea foi aferida com régua graduada e o diâmetro do coleto com paquímetro. Para obtenção da massa da matéria fresca da parte aérea, as plantas foram retiradas dos tubetes. A parte aérea foi pesada em uma balança de precisão e em seguida seca em uma estufa de circulação forçada de ar à 65°C até a obtenção de massa constante para obtenção da massa da matéria seca.

4.6. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e em seguida à análise de variância (ANOVA). As médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$) e também foi feita uma análise de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software Sisvar 5.6.

5. RESULTADOS

5.1. Germinação

No presente estudo, ao avaliar o efeito do extrato aquoso de *A. platensis* na germinação de *M. caesalpiniiifolia*, não foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos, mesmo com o aumento no tempo de embebição das sementes (até 24 horas) (Tabela 1). Especificamente, os resultados indicaram que, ao nível de 5% de probabilidade, o tratamento com o maior tempo de embebição (24 horas) não foi suficiente para promover uma melhora significativa na taxa de germinação em comparação com os tratamentos de menor tempo de embebição ou o controle (T0).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e valores médios por tempo, para germinação (GERM), altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) em plantas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em função do tempo de embebição das sementes em extrato de *Arthrospira platensis*. Natal-RN, 2025.

FV	GL	Quadrados médios					
		GERM	ALT	DC	NF	MFPA	MSPA
Repetição	3	146,980 ^{ns}	0,690 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,239 ^{ns}	0,015 ^{ns}
Tempo de embebição	3	256,230 ^{ns}	1,040 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,033 ^{ns}	0,336 ^{ns}	0,027 ^{ns}
Erro	9	74,160	0,371	0,009	0,096	0,459	0,038
CV (%)	-	11,20	3,13	5,76	5,67	11,23	10,96
Tempo de embebição		NF	ALT (cm)	DC (mm)	NF	MFPA (g)	MSPA (g)
0		88,33	19,65	1,65	5,50	5,98	1,75
6		70,00	18,87	1,64	5,35	6,37	1,89
12		73,33	20,05	1,61	5,40	5,67	1,68
24		75,83	19,22	1,61	5,55	6,10	1,80
Média		76,87	19,45	1,63	5,45	6,03	1,78
Análise de regressão		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Em que: FV = Fontes de variação; GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; ns = não significativo.

5.2. Altura das mudas

A análise de variância (ANOVA) aplicada à variável altura das mudas de *M. caesalpiniiifolia* não indicou efeito significativo das diferentes durações de

embebição em extrato aquoso de *A. platensis*, com valor de $p = 0,1003$ (Tabela 1). Isso evidencia que, ao nível de 5% de significância, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos quanto à altura das mudas.

O coeficiente de variação (CV) foi de 3,13%, valor considerado baixo, indicando precisão e controle experimental adequados. A média geral das alturas foi de 19,45 cm. O teste de comparações múltiplas de Tukey ($p < 0,05$) também não detectou diferenças significativas entre os tratamentos.

Apesar da ausência de significância estatística, nota-se que o tempo de 12 horas resultou na maior média de altura (20,05 cm), indicando uma possível tendência de resposta positiva à embebição por tempo intermediário. No entanto, tal variação não foi suficiente para se refletir em significância estatística. As análises de regressão linear e quadrática apresentaram coeficientes de determinação (R^2) baixos, 1,21% e 5,34%, respectivamente, e ausência de significância nos parâmetros ($p > 0,05$). Isso demonstra que o tempo de embebição no extrato não foi capaz de explicar, de forma significativa, a variação observada na altura das mudas (Tabela 1).

Com base nos dados apresentados, conclui-se que a embebição das sementes de *M. caesalpiniiifolia* em extrato de *A. platensis* por até 24 horas não promoveu efeito significativo no crescimento em altura das mudas. Fatores como o tempo de avaliação, a fisiologia da espécie e a concentração do extrato podem ter influenciado essa ausência de resposta.

5.3. Diâmetro do caule

A análise de variância (ANOVA) da variável diâmetro do caule das mudas de *M. caesalpiniiifolia* não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de embebição das sementes em extrato aquoso de *A. platensis*, com $p = 0,8706$. O coeficiente de variação (CV) foi de 5,76%, indicando aceitável precisão experimental. A média geral foi de 1,63 mm (Tabela 1).

A ausência de significância foi confirmada pelo teste de Tukey, com todos os tratamentos agrupados na mesma letra. A análise de regressão linear e

quadrática também não revelou relações estatísticas significativas ($p > 0,05$), com R^2 de 82,68% (linear) e 89,26% (quadrático), valores inflacionados artificialmente pelo pequeno intervalo de variação.

5.4. Número de folhas

Para a variável número de folhas, a ANOVA também não indicou efeito significativo entre os tratamentos, com $p = 0,7911$. O CV foi de 5,67%, e a média geral foi de 5,45 folhas por muda (Tabela 1).

Todos os tratamentos foram agrupados na mesma letra no teste de Tukey. Os modelos de regressão (R^2 linear = 18,29%, R^2 quadrático = 89,00%) também não apresentaram significância ($p > 0,05$). Isso evidencia que o tempo de embebição não foi um fator determinante na emissão de folhas pelas mudas de sabiá.

5.5. Massa fresca da parte aérea

A variável massa fresca da parte aérea também não apresentou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($p = 0,5588$), como mostra a Tabela 6. A média geral foi de 6,03 g, com CV de 11,23%, o maior entre as variáveis analisadas.

A maior média foi registrada no tratamento de 6 horas, porém sem significância estatística. Os modelos de regressão apresentaram R^2 muito baixos (linear = 0,37%; quadrático = 6,56%), evidenciando que o tempo de embebição não explicou de forma confiável a variação da massa fresca das mudas.

5.6. Massa seca da parte aérea

Por fim, para a massa seca da parte aérea, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,5664$), com CV de 10,96% e média geral de 1,78 g (Tabela 1).

Os modelos de regressão, tanto linear quanto quadrático, apresentaram R^2 desprezíveis (0,12% e 2,81%, respectivamente), e não foram significativos ($p > 0,05$).

6. DISCUSSÃO

Segundo Santos et al. (2021), em um estudo sobre o efeito do extrato de algas no desempenho germinativo e no crescimento radicular de sementes de feijão BRS Estilo, os tratamentos que envolviam a aplicação do extrato a cada 48 horas resultaram em um desempenho germinativo superior, com uma porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação cerca de 50% mais elevados do que o tratamento de embebição por 5 horas. Além disso, o extrato de *Scenedesmus acuminatus* apresentou maiores teores de proteínas e carboidratos, destacando seu potencial como bioestimulante. No entanto, o feijão submetido ao processo de embebição por períodos mais curtos apresentou desempenho germinativo inferior. Esses resultados indicam que tanto a composição química do extrato quanto o tempo de aplicação desempenham papéis cruciais no desempenho germinativo das sementes.

No presente estudo não foi observada diferença estatística significativa entre os tratamentos, mesmo no maior tempo de embebição das sementes testado, que foi de 24 horas. Essa ausência de efeito significativo pode estar relacionada a diferentes fatores. Em comparação com o estudo de Santos et al. (2021), uma possível explicação para a ausência de resposta significativa no presente trabalho poderia ser a diferença nas espécies utilizadas. Enquanto o feijão BRS Estilo, uma espécie mais adaptada a este tipo de tratamento, respondeu positivamente ao extrato de alga, *M. caesalpiniiifolia* pode ser menos sensível ao bioestimulante, ou mesmo o tempo de embebição adotado no estudo não ter sido o ideal para essa espécie. Além disso, outros fatores como a concentração do extrato, o processo de aplicação ou as características específicas do solo e do ambiente podem ter influenciado os resultados observados.

Portanto, enquanto o estudo de Santos et al. (2021) sugere que a aplicação do extrato de algas tem um efeito positivo no desempenho germinativo de sementes de feijão, no caso do sabiá, os resultados indicam que o extrato de *A. platensis* não teve o efeito esperado, e novas investigações seriam necessárias para explorar as condições ideais de aplicação, como concentração do extrato e

tempo de embebição, para promover resultados mais eficazes na germinação e no crescimento das mudas de sabiá.

Os resultados obtidos neste estudo também indicaram que a embebição de sementes de *M. caesalpinifolia* em extrato aquoso de *A. platensis* por até 24 horas não promoveu efeitos estatisticamente significativos nas variáveis analisadas, como altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca e massa seca da parte aérea. Embora as análises estatísticas não tenham apontado diferenças significativas ($p > 0,05$), foi observada uma leve tendência de aumento na altura das mudas com 12 horas de embebição e maior massa fresca com 6 horas, sem que tais variações fossem suficientes para separar os grupos estatisticamente.

Esses resultados divergem dos apresentados por Oliveira et al. (2023), que verificaram que a aplicação de extrato de macroalga em diferentes concentrações (5, 10 e 15 mL L⁻¹) promoveu aumentos significativos na germinação, altura, massa fresca e massa seca de plântulas de girassol ornamental. No referido estudo, o tratamento com 15 mL L⁻¹ resultou em crescimento 54,35% superior em altura e maior massa seca da parte aérea em comparação ao controle.

A discrepância entre os resultados pode estar relacionada a fatores fisiológicos e metodológicos. Primeiramente, a concentração do extrato é determinante para o efeito bioestimulante, e enquanto Oliveira et al.(2019) trabalharam com concentrações definidas e escalonadas, o presente estudo variou apenas o tempo de embebição, sem controle da concentração efetivamente absorvida pelas sementes, o que pode ter limitado a eficácia do tratamento.

Além disso, a forma de aplicação influencia os resultados. O estudo com girassol utilizou pulverização diária no substrato, garantindo contato contínuo com o bioestimulante durante o desenvolvimento das plântulas, enquanto neste experimento a aplicação foi pontual, restrita à embebição, possivelmente insuficiente para induzir efeitos bioquímicos duradouros.

Outro ponto relevante é a diferença entre as espécies estudadas. *M. caesalpinifolia* é uma espécie florestal nativa com fisiologia distinta e possivelmente menor sensibilidade a bioestimulantes em comparação a espécies

como o girassol, que apresentam respostas mais rápidas e visíveis a insumos exógenos.

Ainda assim, os benefícios observados por Oliveira et al. (2023) reforçam o potencial dos bioestimulantes de algas marinhas, atribuídos à presença de macro e micronutrientes, hormônios vegetais análogos (auxinas e citocininas), betaínas e compostos fenólicos, que favorecem processos fisiológicos como divisão celular, fotossíntese e resistência a estresses abióticos.

Portanto, apesar da ausência de efeitos significativos com o extrato de *A. platensis* neste estudo, ajustes no protocolo, como variação de concentrações, formas de aplicação (via substrato ou foliar), avaliação sob condições de estresse ou combinação com outras técnicas, podem revelar efeitos positivos semelhantes aos observados em outras culturas. Recomenda-se, assim, a continuidade da pesquisa com refinamento metodológico para melhor explorar o potencial bioestimulante das microalgas na produção de mudas florestais (Oliveira et al., 2023; Saccomori, 2021; Libardoni, 2020).

Esses achados guardam relação interessante com o estudo de longo prazo conduzido por Araújo (2017), o qual avaliou o uso de pó de algas marinhas (PA) na composição do substrato para mudas de duas espécies florestais da Caatinga: jucá (*Caesalpinia ferrea*) e catingueira (*Poincianella pyramidalis*). Neste trabalho, observou-se que nos primeiros 60 dias após a semeadura (DAS), o pó de algas teve efeito inibitório no crescimento das mudas, influenciando negativamente variáveis como altura, diâmetro e número de folhas. Contudo, aos 120 DAS, o efeito se reverteu: houve melhora no crescimento, no diâmetro do coleto, na produção de biomassa e no acúmulo de pigmentos fotossintéticos.

Essa comparação sugere que os efeitos benéficos dos bioestimulantes de algas podem ser tardios, exigindo um tempo maior de exposição para que se estabeleçam os processos fisiológicos e bioquímicos positivos. No caso de *M. caesalpiniiifolia*, o período de avaliação pode ter sido insuficiente para captar os efeitos de médio e longo prazo da aplicação do extrato de *A. platensis*. Além disso, a forma de aplicação (embebição única) pode ter limitado o contato prolongado da planta com os compostos bioativos presentes na alga, diferente da aplicação via substrato utilizada no estudo de Araújo (2017).

Outro fator a ser considerado é o tipo de alga utilizada. Enquanto o presente estudo empregou uma microalga (Spirulina), o trabalho com jucá e catingueira utilizou macroalgas marinhas pulverizadas no substrato, o que também pode interferir na forma e no tempo de liberação dos compostos bioativos, como citocininas, betaínas e pigmentos precursores de crescimento. Em ambos os casos, no entanto, as algas demonstraram potencial para estimular a produção de pigmentos fotossintéticos e biomassa quando presentes em concentrações adequadas e por tempo suficiente.

Adicionalmente, segundo Araújo (2017), foi identificado que doses elevadas do pó de algas aumentou a biomassa radicular e o diâmetro do coleto, ainda que sem significância estatística. Tais efeitos são relevantes, pois indicam melhoria na qualidade da muda, com maior capacidade de sobrevivência em campo. Embora esse resultado não tenha sido replicado em *M. caesalpiniiifolia* no presente estudo, ele reforça a hipótese de que as algas atuam de forma mais consistente em estágios posteriores ao estabelecimento inicial da plântula.

Esses dados sustentam a necessidade de ajustes no protocolo experimental: é possível que o tempo de exposição ao extrato, a forma de aplicação (embebição versus via solo ou foliar), e a avaliação por um período superior a 60 dias revelem efeitos positivos mais expressivos do extrato de *A. platensis* sobre o crescimento da espécie sabiá. Além disso, é recomendável complementar as análises morfológicas com indicadores fisiológicos e bioquímicos (clorofilas, carotenóides, teor de amido, atividade antioxidante), como demonstrado no trabalho com jucá e catingueira, a fim de identificar efeitos não visíveis morfolologicamente, mas importantes na adaptação e vigor das mudas.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo avaliou os efeitos da embebição de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá) em extrato aquoso da microalga *Arthrospira platensis* (Spirulina) sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das mudas. Os resultados indicaram que, até o tempo máximo testado de 24 horas, o tratamento não promoveu efeitos estatisticamente significativos sobre as variáveis analisadas, incluindo taxa de germinação, altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca e massa seca da parte aérea.

A comparação com estudos anteriores reforça que a eficácia de bioestimulantes à base de algas depende de fatores como espécie vegetal, tempo e forma de aplicação, concentração do extrato, bem como do tempo de avaliação. Diante disso, recomenda-se a continuidade das pesquisas com a espécie sabiá, explorando diferentes formas de aplicação (como via substrato ou foliar), variações na concentração do extrato e avaliações em períodos mais longos. Também é aconselhável incorporar indicadores fisiológicos e bioquímicos para uma avaliação mais abrangente dos possíveis efeitos do extrato de *A. platensis* no crescimento e na qualidade das mudas florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.

ARAÚJO, Jéssica Mayara Hipólito. *Algas marinhas como bioestimulantes no crescimento inicial de espécies florestais da Caatinga*. 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Florestais, Macaíba, 2017.

BELAY, A. The potential application of Spirulina (*Arthrospira*) as a nutritional health and therapeutic supplement in health management. *Journal of the American Nutraceutical Association*, v. 5, p. 27-48, 2002.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. *Sabiá: Mimosa caesalpiniiifolia*. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 7 p. (Circular Técnica, 135). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 14 jan. 2025.

DE SOUZA PINTO, José Rivanildo et al. Diferentes tipos de substratos no desenvolvimento inicial de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 6, n. 5, p. 12, 2011.

GOMES, José Mauro et al. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v. 26, p. 655-664, 2002.

GRETHER, Rosaura; CAMARGO-RICALDE, Sara Lucía; MARTÍNEZ-BERNAL, Angélica. Species of the genus *Mimosa* (Leguminosae) present in Mexico. *Botanical Sciences*, v. 58, p. 149-152, 1996.

GROSSNICKLE, Steven C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, v. 43, n. 5, p. 711-738, 2012.

KHAN, Wajahatullah et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 28, p. 386-399, 2009.

LIBARDONI, A. C. *Bioestimulantes de algas em soja: avaliação do potencial germinativo*. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, p. 351, 2006.

NASCIMENTO, Maria et al. Physical and mechanical properties of sabiá wood (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). *Current Journal of Applied Science and Technology*, v. 25, n. 4, p. 1-5, 2018.

OLIVEIRA, M. A. et al. Aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum* em plântulas de girassol ornamental cv. “Sol Pleno”: efeitos sobre germinação e crescimento inicial.

SACCOMORI, M. C. *Bioestimulantes de macro e microalgas: propriedades, composição e efeitos fisiológicos em plantas*. Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA, 2021. Dissertação de Mestrado.

SACCOMORI, M. C. Bioestimulantes e sua modulação de processos fisiológicos em plantas via fito-hormônios e vitaminas. *Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza – ILACVN*, 2021. Artigo científico.

SÁNCHEZ, M.; BERNAL-CASTILLO, J.; ROZO, C.; RODRÍGUEZ, I. *Spirulina (Arthrospira)*: an edible microorganism. A review. *Universitas Scientiarum*, v. 8, p.

7-24, 2003.

SAMUELS, Liam Jay; SETATI, Mathabatha Evodia; BLANCQUAERT, Erna Hailey. Towards a better understanding of the potential benefits of seaweed-based biostimulants in *Vitis vinifera* L. cultivars. *Plants*, v. 11, n. 3, p. 348, 2022.

SANTOS, N. H. S.; SILVEIRA, A. C. D.; FERNANDES, V. O.; MACHADO, L. P. Efeito do extrato de algas no desempenho germinativo e crescimento radicular em sementes de feijão BRS Estilo em resposta a diferentes métodos de aplicação. *Hoehnea*, v. 48, p. e1002020, 2021. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-100/2020>

SCHNEIDER, R. C. S. et al. Uso de hidrolisados de *Arthrospira platensis* (spirulina) para avaliação como bioestimulante na germinação de semente de tomate. *Acta Scientiae et Technicae*, v. 10, 2022.

SIMON, Marcelo F. et al. The evolutionary history of *Mimosa* (Leguminosae): toward a phylogeny of the sensitive plants. *American Journal of Botany*, v. 98, n. 7, p. 1201-1221, 2011.

SUJEETH, Neerakkal et al. Current insights into the molecular mode of action of seaweed-based biostimulants and the sustainability of seaweeds as raw material resources. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 14, p. 7654, 2022.