

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
DAIANE VIEIRA DE JESUS SILVA

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS CAULINARES DE *Bougainvillea*

CERES – GO
2025

DAIANE VIEIRA DE JESUS SILVA

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS CAULINARES DE *Bougainvillea*

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em agronomia, sob orientação da Profa. Dra. Luciana Borges e Silva.

**CERES – GO
2025**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

V658e Vieira de Jesus Silva, Daiane
 ENRAIZAMENTO DE ESTACAS CAULINARES DE
 Bougainvillea / Daiane Vieira de Jesus Silva. Ceres-Go 2025.

 16f. il.

 Orientadora: Profª. Dra. Luciana Borges e Silva.
 Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0320024 -
 Bacharelado em Agronomia - Ceres (Campus Ceres).
 1. Estaquia. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Daiane Vieira de Jesus Silva

Matrícula:

2020103200240370

Título do trabalho:

Enraizamento de estacas caulinares de *Bougainvillea*

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 12 / 12 / 2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
gov.br DAIANE VIEIRA DE JESUS SILVA
Data: 09/12/2025 12:20:56 -0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

Ceres-Go

Local

09 / 12 / 2025

Data

Assinatura de

gov.br

Documento assinado digitalmente

LUCIANA BORGES E SILVA
Data: 09/12/2025 15:21:30 -0300
Verifique em <https://validar.ifg.gov.br>

ais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) primeiro dia(s) do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e cinco realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Daniene Vieira de Jesus Silva, do Curso de Agronomia, matrícula _____, cujo título é "Enraizamento de estacas caulinares de Bougainvillea".

A defesa iniciou-se às 15 horas e 06 minutos, finalizando-se às 15 horas e 34 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8,9 no trabalho escrito, média 8,8 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,8 de pontos, estando o(a) estudante apta para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Luciana Borges e Silva

Assinatura Presidente da Banca

Família Rabelo

Assinatura Membro 1 Banca Examinadora

Elias Emanuel S. Silva

Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu alicerce, me dar força, sabedoria, perseverança e saúde para concluir essa etapa da minha vida. A Nossa Senhora Aparecida por ser minha intercessora e nunca me desamparar.

A minha mãe Anita Vieira de Jesus, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos, a sempre prezar pela verdade, educação e honestidade, por todo apoio e incentivo em todos os momentos.

A minha irmã Fabiana Vieira de Jesus Silva, por segurar minha mão quando o peso parecia grande demais, por me ouvir nos momentos de cansaço e por sempre me lembrar que eu era capaz. Seu apoio e seu amor genuíno foram pilares fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu companheiro Higor Gelvando Izarias, por celebrar cada conquista, estar sempre ao meu lado e acreditar nesse sonho junto comigo.

Ao meu cunhado Luam Gelvando Izarias e minha cunhada Flávia Cordeiro Izarias, pela torcida sincera, pelas oportunidades, palavras de incentivo, e pela presença carinhosa que fizeram diferença ao longo dessa jornada. A meu afilhado Filipe Cordeiro Izarias e minha sobrinha Luísa Cordeiro Izarias, que iluminam meus dias com amor, leveza e alegria.

Ao meu avô Idevaldo de Jesus e meu padrasto Ezinho Lopes da Silva (*in memoriam*), por seus ensinamentos, carinho, exemplo e por todas as lembranças que continuam a me guiar. O amor de vocês permanece vivo em mim. Esta vitória também é de vocês, com todo meu amor e saudade.

Aos meus amigos, pela compreensão e incentivo, em especial ao Richard Alexandre Libério da Silva e Camila Souza por toda parceria e por tornarem essa jornada mais leve.

A minha professora e orientadora Luciana Borges e Silva, por toda dedicação, paciência e generosidade em compartilhar conhecimento, contribuindo imensamente para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Por não medir esforços para tornar possível a realização deste sonho, deixo aqui o meu profundo agradecimento.

“O Senhor é meu pastor e nada me faltará”.

— Salmos 23:1

RESUMO

A *bougainvillea* é uma das plantas ornamentais mais utilizadas no paisagismo, destacando-se pela rusticidade, adaptação a diferentes condições e intensa coloração de suas brácteas. A espécie multiplica-se principalmente por estaquia, porém apresenta dificuldades de enraizamento, exigindo o uso de reguladores de crescimento e bioestimulantes. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas caulinares de *Bougainvillea* submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) associada ou não ao extrato de algas. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 5 x 2, totalizando dez tratamentos e 320 estacas. Os tratamentos foram compostos por diferentes concentrações de AIB (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹), aplicadas com e sem extrato de algas. Os resultados indicaram que as doses intermediárias de AIB, principalmente associada com o extrato de algas, proporcionaram maior desenvolvimento radicular e vegetativo. Entre os tratamentos destacou-se 2000 mg L⁻¹ de AIB associado ao extrato de algas, que apresentou maior comprimento e volume de raiz, demonstrando ser a estratégia mais eficiente para propagação da espécie por estaquia.

Palavras-chave: Estaquia; Promotores de crescimento; Paisagismo sustentável; propagação vegetativa.

ABSTRACT

Bougainvillea is one of the most widely used ornamental plants in landscaping, standing out for its hardiness, adaptability to different conditions, and the intense coloration of its bracts. The species is mainly propagated by cuttings, but it presents rooting difficulties, requiring the use of growth regulators and biostimulants. Thus, this study aimed to evaluate the rooting of stem cuttings of *Bougainvillea glabra* subjected to different concentrations of indolebutyric acid (IBA) with or without seaweed extract. The experiment was conducted in a randomized block design (RBD) in a 5 x 2 factorial scheme, totaling ten treatments and 320 cuttings. The treatments consisted of different concentrations of IBA (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 mg L⁻¹), applied with and without seaweed extract. The results indicated that intermediate doses of IBA, mainly associated with seaweed extract, provided greater root and vegetative development. Among the treatments, 2000 mg L⁻¹ of IBA associated with seaweed extract stood out, showing greater root length and volume, demonstrating to be the most efficient strategy for propagating the species by cuttings.

Keywords: Cuttings; Growth promoters; sustainable landscaping; vegetative propagation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- A: Plantio das estacas em canteiro de areia lavada, B: Aplicação de bioestimulante 30 dias pós plantio	07
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de folhas (NF), Número de Brotações (NB), Número de Raiz (NR), Comprimento da Maior Raiz (CMR), Volume da Raiz (VR), Massa Fresca Aérea (MFA), Massa Fresca Raiz (MFR), Massa Seca Aérea (MSA) e Massa Seca Raiz (MSR) em função do uso de diferentes promotores de crescimento 09

Tabela 2 – Número de folhas (NF), Número de Brotações (NB), Número de Raiz (NR), Comprimento da Maior Raiz (CMR), Volume da Raiz (VR), Massa Fresca Aérea (MFA), Massa Fresca Raiz (MFR), Massa Seca Aérea (MSA) e Massa Seca Raiz (MSR), em função do uso de diferentes dosagens de enraizadores. 12

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	02
2.1 Importância da <i>Bougainvillea</i> no Paisagismo	03
2.2 Propagação por estaquia	03
2.3 Uso de auxinas no enraizamento	04
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	06
3.3 Análises estatísticas	06
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	09
5. CONCLUSÃO	14
6. REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

A presença das áreas verdes nas cidades, tem ganhado destaque, pois contribui para romper a rigidez dos espaços construídos e melhorar a qualidade ambiental urbana (Bonametti, 2020). Nesse contexto, o planejamento paisagístico busca selecionar adequadamente espécies vegetais para criar ambientes visivelmente harmônicos, capazes de promover bem-estar e favorecer momentos de contemplação. Diante disso, surgem os conceitos de biofilia e design biofílico, que se destacam por promover a criação de espaços mais saudáveis, sustentáveis e emocionalmente enriquecedores (Ferreira, 2025).

As plantas ornamentais tornaram-se essenciais nos ambientes urbanos, por oferecerem benefícios ambientais sociais e estéticos, que contribuem para a qualidade de vida humana, deixando de ser vistas como elementos de luxo (Reis et al., 2020). Entre elas destaca-se a *Bougainvillea*, espécie nativa do Brasil, de exuberante beleza, tem sido bastante utilizada em diferentes composições paisagísticas. Conhecida popularmente como Primavera, Roseiro ou Três Marias, pertencente à família Nyctaginaceae. Trata-se de uma trepadeira arbustiva de grande valor paisagístico reconhecida pela intensa coloração e longa duração de suas brácteas, além de alta adaptabilidade, rusticidade e capacidade de desenvolvimento em diferentes condições climáticas e de manejo (Lin et al., 2021; Mata et al., 2025).

A *Bougainvillea* é propagada principalmente por estaquia e alporquia, sendo a estaquia o método mais comum entre os viveiristas. Seu sucesso, porém, depende de vários fatores, como a espécie ou cultivar, o estado fenológico, e as características do tecido e da anatomia do ramo coletado. O enraizamento também é influenciado pela idade da planta matriz, pelo tipo do ramo (herbáceo, semilenhoso ou lenhoso), pelo substrato e pelas condições do ambiente de propagação. Diante disso, o baixo enraizamento ainda representa um desafio, mesmo com técnicas aprimoradas (Mata et al. (2025).

Deste modo, os bioativadores têm se destacado na agricultura sustentável por contribuírem para maior produtividade, sem aumentar o impacto ambiental, pois atuam diretamente nos processos fisiológicos das plantas, estimulando seu metabolismo e tornando a absorção de nutrientes mais eficiente. De acordo com Calvo, Nelson e Kloepper (2014), esses produtos incluem substâncias como extratos

vegetais, microrganismos benéficos e compostos orgânicos naturais, que potencializam o desenvolvimento das plantas sem fornecer nutrientes de forma direta. Entre esses produtos destacam-se os extratos de algas, que atuam como fonte natural de citocinina, hormônios responsáveis por estimular a divisão celular e retardar o envelhecimento das plantas (Musgrave, 1994).

Diante do exposto, propôs-se avaliar o uso de diferentes dosagens de promotores de crescimento, sobre o enraizamento de estacas caulinares de *Bougainvillea* 'Mary Palmer', uma espécie híbrida resultado de cruzamentos e mutações, também conhecida como *Bougainvillea* primavera manacá.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da *Bougainvillea* no Paisagismo

A *Bougainvillea* sp. destaca-se como uma das plantas ornamentais mais utilizadas no paisagismo brasileiro e internacional, devido à sua adaptabilidade, rusticidade e elevada capacidade ornamental. A presença de brácteas coloridas, duráveis e visualmente marcantes torna a espécie extremamente valorizada em projetos paisagísticos de pequeno a grande porte (Lin et al., 2021; Mahey et al., 2025).

Além de seu apelo estético, a *Bougainvillea* apresenta crescimento vigoroso, boa tolerância ao estresse hídrico, ampla adaptação climática e reduzidas exigências nutricionais, características que a qualificam como uma espécie de baixo custo de manutenção e alta versatilidade ornamental. Em áreas urbanas, seu uso tem sido associado à melhoria da ambiência, sombreamento, retenção de partículas de poeira e composição de ambientes mais saudáveis e acolhedores (Reis et al., 2020; Sacht, 2023).

Estudos recentes também têm destacado os potenciais bioativos da *Bougainvillea*, cujos extratos possuem compostos antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos, ampliando o interesse científico pela espécie e seu valor econômico (Mahey et al., 2021; Mahey et al., 2025).

2.2 Propagação por estaquia

A propagação por estaquia é o método mais utilizado na multiplicação da *Bougainvillea*, devido à sua praticidade, baixo custo e capacidade de gerar mudas geneticamente idênticas à planta matriz. No entanto, o sucesso dessa técnica depende de fatores como idade fisiológica do ramo, tipo de estaca (herbácea, semilenhosa ou lenhosa), umidade, luminosidade e presença de fitormônios indutores de enraizamento (Hartmann et al., 2011; Freitas, Reis & Carvalho, 2022).

Em espécies ornamentais, especialmente aquelas com tecidos mais lignificados, como a *Bougainvillea*, o enraizamento pode ser limitado pela baixa plasticidade dos tecidos, reduzida capacidade de diferenciação celular e resistência física à formação de raízes adventícias (Costa et al., 2015). Por isso, a literatura

aponta a necessidade de condições controladas e de estímulos hormonais capazes de promover o desenvolvimento radicular.

Shrestha et al. (2023) demonstraram que a eficiência da estaquia está diretamente associada à escolha adequada do tipo de ramo e ao manejo hídrico, ressaltando que ambientes protegidos, com alta umidade relativa e temperatura estável, favorecem significativamente a rizogênese.

A estaquia de *Bougainvillea* é considerada semidifícil a difícil, devido à presença de tecidos lignificados e menor sensibilidade natural à emissão de raízes adventícias (Hartmann et al., 2011). Assim, reguladores vegetais se tornam fundamentais para superar a barreira fisiológica e otimizar a produção comercial de mudas.

2.3 Uso de Auxinas no Enraizamento

As auxinas, especialmente o ácido indolbutírico (AIB), são reconhecidas como os principais reguladores vegetais envolvidos na indução e formação de raízes adventícias. De acordo com Hartmann et al. (2011), o AIB atua estimulando a divisão celular, reorganizando tecidos parenquimáticos e promovendo a diferenciação dos primórdios radiculares.

A literatura científica confirma que concentrações moderadas de AIB são mais eficazes na indução da rizogênese em *Bougainvillea*, enquanto doses muito baixas podem ser insuficientes e doses elevadas apresentam potencial efeito fitotóxico, reduzindo a emissão e o alongamento de raízes (Maurya & Bharti, 2025; Lima et al., 2018; Roy et al., 2024).

Maurya e Bharti (2025) verificaram que concentrações entre 2000–2500 mg L⁻¹ promoveram os maiores índices de enraizamento, com aumento expressivo no comprimento e no número de raízes. Costa et al. (2015) também observaram que o uso de AIB otimizou o enraizamento de *Bougainvillea spectabilis* e reduziu a mortalidade das estacas nas fases iniciais.

Além do AIB, bioestimulantes naturais — como extratos de algas — vêm ganhando destaque por conterem citocininas, aminoácidos e compostos orgânicos

que favorecem a divisão celular, absorção de nutrientes e aumento do vigor radicular (Calvo, Nelson & Kloepper, 2014; Musgrave, 1994). Mata (2025) confirmou que extratos de algas potencializam o efeito das auxinas, resultando em raízes mais longas, maior massa fresca e melhor qualidade das mudas. A combinação entre AIB e extratos de algas tem sido apontada como uma estratégia eficiente e sustentável para melhorar a propagação vegetativa de espécies ornamentais, especialmente da *Bougainvillea*, cuja dificuldade de enraizamento exige intervenções hormonais precisas.

A literatura evidencia que o sucesso da propagação da *Bougainvillea* depende do equilíbrio entre fatores ambientais, fisiológicos e hormonais. O uso de AIB e bioestimulantes surge como estratégia promissora para superar limitações inerentes à espécie, promovendo enraizamento mais rápido, vigoroso e uniforme. Assim, os achados científicos reforçam a relevância do presente estudo e contribuem para fundamentar, teoricamente, a análise dos dados experimentais conduzidos

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no período de novembro de 2024 a abril de 2025, no Instituto Federal Goiano- Campus Ceres, no município de Ceres- Goiás, com 15°35'07.25"S de latitude, 49°59'88.32" de longitude com altitude de 562.2 metros.

As estacas de *Bougainvillea* 'Mary Palmer', foram obtidas a partir da planta matriz, em viveiro comercial de plantas, viveiro Beija-Flor. As estacas foram preparadas a partir as porções medianas e basais do ramo, com cerca de 15 cm de comprimento, para a coleta retirou-se 1/3 das folhas inferiores. O cultivo foi conduzido em um ambiente protegido (estufim) que possui cobertura em formato de arco, revestido de plástico transparente preenchido areia grossa lavada. (Fig. 1.A). Foram abertas pequenas aberturas no solo, com aproximadamente 10 cm de profundidade e introduzidas cuidadosamente 1/3 do seu comprimento. Com um espaçamento de 5 cm entre ambas.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 5x2, sendo os fatores constituídos por diferentes concentrações ácido indolbutírico (AIB): 0 mg L⁻¹ 1000 mg L⁻¹, 2000 mg L⁻¹, 3000 mg L⁻¹ e 4000 mg L⁻¹, e com concentração de 0 mg L⁻¹ e 1000 mg L⁻¹ do extrato de alga (*uPSEEDS*®), cada dose de promotores de crescimento representa um tratamento. A unidade experimental foi composta por oito plantas por parcela, totalizando 320 estacas. As estacas tiveram a base imersas nas soluções, permanecendo na solução de (AIB) por 10 segundos e no extrato de algas (*uPSEEDS*®) por 10 minutos, tempo de imersão definido conforme as recomendações de fábrica de cada produto. A irrigação foi realizada por meio de um sistema automatizado de aspersão, instalado na estufa de vegetação. O sistema era composto por microaspersores com vazão de 22 L h⁻¹, dispostos de forma a garantir uma distribuição uniforme da água sobre toda a área cultivada.

Foram também realizadas aplicações adicionais do extrato de algas (*uPSEEDS*®), a cada 30 dias, com a finalidade de potencializar o desenvolvimento radicular e favorecer o enraizamento. As aplicações foram efetuadas manualmente, utilizando uma seringa para a deposição de 1 mL do produto diretamente na região das raízes, garantindo maior precisão e uniformidade da dosagem (Fig. 1 B).

Figura 1. A: Plantio das estacas no estufim, B: Aplicação de Bioestimulante 30 dias pós plantio



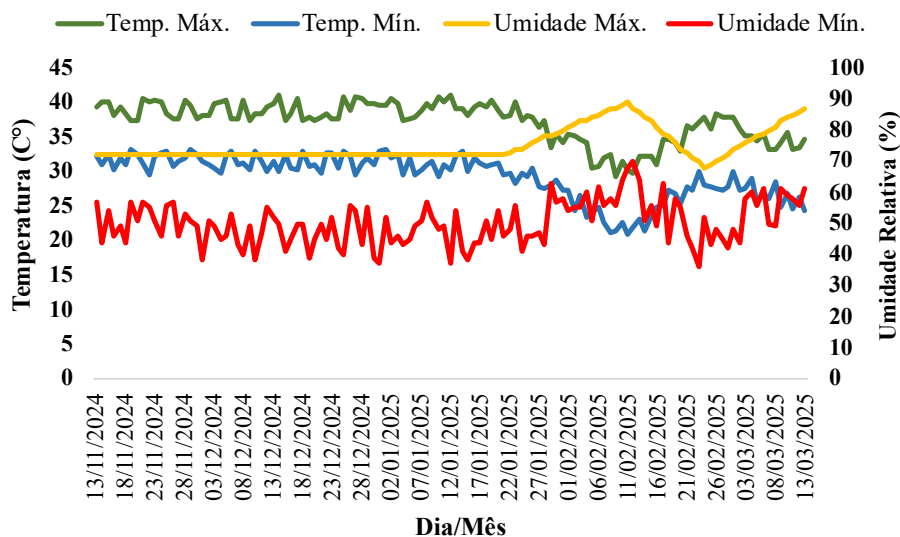
Fonte: Arquivo Pessoal, 2025

As variáveis analisadas foram: número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) com auxílio de um paquímetro, volume da raiz (VR) determinado a partir de uma proveta graduada, número de folhas (NF), número de brotações (NB), taxa de sobrevivência (TS, %), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca da raiz (MFR) foram determinadas usando balança analítica. E a massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca da raiz (MSR), passaram pelo processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C por 72 horas e logo após pesadas novamente. O experimento teve um período de 120 dias.

O Gráfico 1 apresenta a variação das temperaturas máxima e mínima (°C) e da umidade relativa máxima e mínima (%) registradas durante o período experimental, compreendido entre novembro de 2024 a março de 2025. Observa-se que as temperaturas máximas oscilaram entre 35 °C e 40 °C, enquanto as mínimas permaneceram próximas de 30 °C, indicando estabilidade térmica típica de clima tropical. Nesse mesmo período, a umidade relativa apresentou variações mais acentuadas, com picos de até 90 % no início de fevereiro e reduções para cerca de 60 % em outros momentos. Essa combinação de altas temperaturas e flutuações de

umidade demonstra condições ambientais favoráveis à propagação de estacas, especialmente pela manutenção de umidade e calor no substrato.

Gráfico 1- temperatura e umidade.



Fonte: autora. Ceres, GO. 2025

3.1. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do teste F a 5% de probabilidade. O fator tipo de estaca foi avaliado por meio do teste de Tukey a 5%. Para todas as análises utilizou-se o software R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de promotores de crescimento influenciou apenas o comprimento da maior raiz (CMR), e o volume da raiz (VR) que apresentaram significância estatística. Por outro lado, o número de raiz (NR), o número de folhas (NF) e o número de brotações (NB) não foram influenciados pela aplicação do regulador de crescimento ácido Indolbutírico e extrato de algas (*uPSEEDS®*) (Tabela 1).

De modo geral, os dados evidenciam que os tratamentos exerceram maior influência sobre as variáveis ligadas ao enraizamento, número, comprimento e volume de raízes, do que sobre os parâmetros da parte aérea.

Tabela 1: Número de folhas (NF), Número de Brotações (NB), Número de Raiz (NR), Comprimento da Maior Raiz (CMR), Volume da Raiz (VR), Massa Fresca Aérea (MFA), Massa Fresca Raiz (MFR), Massa Seca Aérea (MSA) e Massa Seca Raiz (MSR), de *Bougainvilleas* Mary Palmer, em função do uso de diferentes promotores de crescimento.

Variável	QM (Bloco)	Valor-P (Bloco)	QM (Resíduo)
Número de raiz	19,1945	0,0345 ^{NS}	5,4828
Comp. Maior raiz	2815,46	0,0496*	906,1043
Volume raiz	0,0994	0,666*	0,0927
Número de folhas	697,201	0,6253 ^{NS}	1171,018
Número de brotações	2,5855	0,2441 ^{NS}	1,7195
Massa fresca aérea	34,9798	0,2672*	24,5885
Massa fresca raiz	0,0326	0,939 ^{NS}	0,2445
Massa seca aérea	7,6498	0,4953 ^{NS}	9,2503
Massa seca raiz	00,0481	0,2617 ^{NS}	0,0333

Legenda: F.V.: fonte de variação; QM = Quadrado médio. *Significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey; ^{NS}Não significativo. **Fonte:** autora. Ceres, GO. 2025

Estudos mostram que a eficácia de auxinas como o ácido indolbutírico (AIB) em dosagens moderadas, alinhando-se aos resultados da pesquisa atual, onde tratamentos com 1000 a 2000 mg/L de AIB, promoveram aumento na variável comprimento da maior raiz (CMR) até 146,661 mm. Maurya e Bharti (2025) observaram que concentrações de AIB entre 2000-2500 ppm resultaram em alto enraizamento o que inclui maior alongamento das raízes e número de raízes em cv. Torch Glow, semelhante ao desempenho superior na atual pesquisa, que combinou 2000 mg/L de AIB com extrato de algas. O que ressoa com achados de Mata (2025),

que demonstrou que bioestimulantes à base de algas aumentaram o comprimento de raízes e massa fresca em estacas de *Bougainvillea*.

O volume da raiz (VR) apresentou diferença significativa entre os tratamentos, evidenciando a eficiência das auxinas na indução do desenvolvimento radicular de *bougainvillea* os tratamentos contendo AIB e extrato de algas em concentrações moderadas a altas, promoveram maiores valores de (VR). Ibironke (2019) também corroborou o uso de alternativas naturais, como água de coco, para elevar o peso radicular, paralelo ao benefício observado em tratamentos com extrato de algas, que superaram os isolados em vigor inicial. A relação entre o número de raízes e o volume total do sistema radicular é frequentemente positiva, uma vez que o aumento no número de raízes, especialmente das raízes finas e altamente ramificadas, tende a ampliar o espaço ocupado pela planta no solo.

Contudo, essa relação não é linear nem depende exclusivamente da quantidade de raízes produzidas. O volume radicular resulta de uma combinação entre o número de raízes, seu comprimento e o diâmetro médio, evidenciando que aspectos morfológicos individuais exercem influência direta sobre a expansão do sistema radicular. Diversos estudos mostram que variáveis como volume radicular, área superficial e massa seca de raízes aumentam conforme há maior emissão ou ramificação radicular, especialmente quando as condições ambientais são favoráveis. Entretanto, a arquitetura radicular varia entre espécies e é fortemente modulada pelas características do ambiente, como tipo de solo, disponibilidade hídrica e nutricional. Assim, plantas com poucas raízes, porém mais grossas e longas, podem apresentar volume radicular semelhante ao de plantas com maior número de raízes finas, o que evidencia diferentes estratégias de exploração do solo.

Outro aspecto relevante é a densidade radicular, que relaciona o volume ou comprimento das raízes ao volume de solo ocupado. Essa métrica é importante para avaliar a eficiência da planta na absorção de água e nutrientes, indicando como o sistema radicular utiliza o espaço disponível. Além disso, a mensuração exata do número e do volume de raízes ainda é um desafio em avaliações de campo, o que leva à utilização de métodos indiretos e estimativas baseadas em relações

hidrológicas, análises de solo ou técnicas de imagem. Dessa forma, embora exista uma associação clara entre o número de raízes e o volume radicular, a morfologia individual das raízes e a interação com o ambiente desempenham papéis fundamentais na determinação do volume total do sistema radicular. Isso reforça que a interpretação de dados radiculares deve considerar não apenas a quantidade, mas também a qualidade e a funcionalidade das raízes produzidas pela planta.

A ausência de significância para o número de raízes (NR) provavelmente está relacionada à alta variabilidade natural dessa característica e à menor sensibilidade dessa variável às auxinas, que tendem a influenciar mais o alongamento e o vigor radicular do que a quantidade de raízes formadas. Além disso, interações hormonais podem limitar a emissão de novos primórdios, reduzindo diferenças entre tratamentos, conforme destacado por Ruyter-Spira et al. (2011).

As variações de crescimento e acúmulo de biomassa das estacas decorreram das diferentes doses e combinações de AIB e extrato de algas, em consonância com o princípio de que “as auxinas são os hormônios mais importantes envolvidos na formação de raízes adventícias” (Hartmann et al., 2011).

Os resultados mostram que o fator de agrupamento não afetou significativamente a maioria das variáveis, como número de folhas, brotações e raízes, indicando que as diferenças observadas se devem aos tratamentos e não ao ambiente. Apenas o comprimento da maior raiz e o volume de raiz apresentaram diferença significativa a 5%. Isso reforça que o crescimento das estacas depende mais das doses e combinações de enraizadores, especialmente AIB, do que das condições ambientais, conforme destacado por Maurya e Bharti (2025), Lima et al. (2015) e Shrestha et al. (2023), que apontam o controle hormonal como determinante da rizogênese em *Bougainvillea* (Tabela 1).

O desenvolvimento das estacas de *Bougainvillea* ‘Mary Palmer’ foi determinado pelas doses e combinações dos enraizadores, como também observado por Maurya e Bharti (2025) e Lima et al. (2015), que destacam a dependência da rizogênese à concentração e aplicação do AIB. Em ambientes controlados, o desempenho tende a ser uniforme (Shrestha et al., 2023). As auxinas atuam de forma dose-dependente (Damasceno e Negri, 2020; Roy et al., 2024), e o alongamento radicular é sensível a

temperatura e umidade (Asgari, 2025), reforçando que o crescimento das raízes depende mais da regulação hormonal e das condições fisiológicas das estacas que de fatores ambientais.

Tabela 2: Valores médios do Número de folhas (NF), Número de Brotações (NB), Número de Raiz (NR), Comprimento da Maior Raiz (CMR), Volume da Raiz (VR), Massa Fresca Aérea (MFA), Massa Fresca Raiz (MFR), Massa Seca Aérea (MSA) e Massa Seca Raiz (MSR), de estacas de *Bougainvilleas* em função da aplicação de diferentes dosagens de promotores de crescimento.

T	NF	NB	NR	CMR	VR	MFA	MFR	MSA	MSR
T0= 0 AIB	55,417a	3,875 a	3,875 a	100,750b	0,784ab	13,437ab	1,082 a	7,312 a	0,152 a
T1= 0 AIB + Ext.A	86,339a	4,054 a	6,773 a	103,186ab	0,939ab	10,587ab	1,036 a	6,787 a	0,347 a
T2= 1000mg L⁻¹ AIB	96,370a	2,400 a	4,354 a	137,129ab	1,184 a	17,644 a	0,991 a	6,918 a	0,313 a
T3= 1000mg L⁻¹ AIB + Ext.A	52,167a	3,252 a	5,500 a	103,250 b	0,666 a	12,147ab	0,745 a	4,440 a	0,172 a
T4= 2000mg L⁻¹ AIB	37,480a	2,070 a	6,464 a	112,796ab	0,439 a	11,667ab	0,554 a	3,933 a	0,121 a
T5= 2000mg L⁻¹ AIB + Ext.A	91,525a	3,4122a	6,884 a	146,661ab	0,691 a	15,393ab	1,175 a	5,650 a	0,441 a
T6= 3000mg L⁻¹ AIB	67,335a	3,250 a	5,420 a	133,000ab	0,666 a	9,060 b	0,940 a	3,767 a	0,182 a
T7= 3000mg L⁻¹ AIB + Ext.A	58,082a	3,542 a	4,042 a	109,250ab	0,625 a	14,072ab	0,927 a	6,062 a	0,252 a
T8= 4000mg L⁻¹ AIB	67,167a	3,082 a	5,250 a	150,750 a	0,830ab	14,615ab	1,057 a	5,652 a	0,302 a
T9= 4000mg L⁻¹ AIB + Ext.A	70,705a	2,993 a	4,182 a	127,207ab	0,619 a	17,597ab	1,129 a	8,083 a	0,336 a
Média	67,03	3,26	5,35	123,21	0,76	13,71	0,9703	5,8684	0,2559
Mínimo	31	2	2	70	0,5	7,07	0,5	2,17	0,02
Máximo	150	8,33	11,33	184	2	22,84	1,9	11,54	0,72
CV(%)	49,7996	39,2709	48,2133	28,1872	41,1404	36,7907	43,67	49,4139	74,5834

Legenda: T0 = 0 mg L⁻¹ AIB; T1 = 0 AIB + Ext. de algas; T2 = 1000 mg L⁻¹ AIB; T3 = 1000 mg L⁻¹ AIB + Ext. de algas; T4 = 2000 mg L⁻¹ AIB; T5 = 2000 mg L⁻¹ AIB + Ext. de algas; T6 = 3000 mg L⁻¹ AIB; T7 = 3000 mg L⁻¹ AIB + Ext. de algas; T8 = 4000 mg L⁻¹ AIB; T9 = 4000 mg L⁻¹ AIB + Ext. de algas. **Fonte:** Autora. Ceres, GO. 2025

Os resultados obtidos evidenciam que a aplicação de promotores de crescimento à base de AIB combinado ao extrato de algas promoveu incrementos significativos no crescimento vegetativo e radicular das plantas. Em todos os parâmetros avaliados, os tratamentos superaram o controle (T0), confirmando o efeito positivo dos bioestimulantes utilizados. (Tabela 2).

A aplicação exógena, proporcionou o melhor desempenho no enraizamento das estacas de *Bougainvillea* 'Mary Palmer', apresentando significância no (CMR) e (VR) e indicando um sistema radicular mais vigoroso. Esse resultado reforça o efeito sinérgico entre AIB e extrato de algas, já que os tratamentos com AIB isolado tiveram desempenho inferior e as doses mais altas de auxina não trouxeram benefícios adicionais, sugerindo possível efeito inibitório. Assim, o T5 se destaca como a combinação mais eficiente para promover o equilíbrio entre enraizamento e crescimento vegetativo, representando o protocolo mais promissor para propagação

da espécie. Essas variações podem estar relacionadas com a anatomia da planta: quantidade de lignificação do tecido, presença ou não de esclerênquima, maior ou menor quantidade de parênquima, que é um tecido com capacidade de desdiferenciar e iniciar o processo de rizogênese (TAIZ et al., 2017; BENITI et al., 2020; MÜHLBEIER et al., 2020).

Entre todos os tratamentos, T2= 1000 mg L⁻¹ AIB, T5= 200 mg L⁻¹ AIB + Ext. de alga, foram os que tiveram melhor desempenho global, com destaque especial para T5, que alcançou os melhores resultados na maioria das variáveis avaliadas. Esses dados sugerem que concentrações moderadas de AIB, quando associadas ao extrato de algas, oferecem condições mais favoráveis para o enraizamento e crescimento inicial das estacas de *Bougainvillea* variedade 'Mary Palmer'.

Corroborando essa análise, destaca-se que o processo de enraizamento depende de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos, como genótipo, idade fisiológica da planta matriz, condições ambientais e interações hormonais, o que explica as variações observadas entre os tratamentos. Assim, é possível inferir que o desempenho superior do T5 resulta da interação favorável entre o regulador sintético (AIB) e os compostos orgânicos do extrato de algas, que atuam na divisão celular, síntese proteica e absorção de nutrientes.

Estudos anteriores sobre o enraizamento de estacas de *Bougainvillea* confirmam a eficiência do ácido indolbutírico (AIB) em doses intermediárias, corroborando os resultados desta pesquisa, que apontaram maior número, comprimento e volume de raízes sob concentrações moderadas. Roy et al. (2024) destacou que 1500 ppm otimizaram o crescimento radicular e foliar, evitando efeitos tóxicos em doses elevadas. A associação do AIB ao extrato de algas potencializou esses efeitos, elevando as massas fresca e seca das raízes, resultado também relatado por Mata (2025) e Ibironke (2019), que apontaram os bioestimulantes naturais como promotores do vigor radicular. Assim, o uso combinado de AIB e extrato de algas, especialmente em doses moderadas, mostra-se eficaz para favorecer o enraizamento e o equilíbrio vegetativo das estacas.

Deste modo, os resultados indicam que o desempenho das estacas de *Bougainvillea* 'Mary Palmer' é influenciado principalmente pelas doses e combinações de promotores de crescimento radicular, especialmente o ácido Indolbutírico (AIB) associado ao extrato de algas, reforçando a importância do controle hormonal para a

rizogênese da espécie. Considerando o potencial ornamental e o elevado valor comercial da espécie *Bougainvillea*, recomenda-se que estudos futuros explorem diferentes concentrações de AIB e extrato de algas, avaliando seu custo-benefício e eficácia na promoção do enraizamento. Tais investigações podem contribuir para otimizar protocolos de propagação e aprimorar a produção comercial da cultura.

5. CONCLUSÃO

O uso de promotores de crescimento a base de extrato de algas, especialmente quando associados ao AIB, mostrou-se eficiente na propagação por estaquia de *Bougainvillea* 'Mary Palmer'. As doses moderadas promoveram melhor desenvolvimento radicular e maior vigor das mudas, evidenciando que o extrato de algas promissso para melhorar o enraizamento e qualidade das plantas produzidas.

6. REFERÊNCIAS

- ANURADHA.** Effect of different growth regulators on rooting of stem cutting in Bougainvillea. Ludhiana: Punjab Agricultural University, 2016. Dissertação (Mestrado em Floriculture and Landscaping).
- BENITI, L. et al.** Extrato de *Cyperus rotundus* L. no enraizamento de estacas semilenhosas de frutíferas. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; FURTADO, M. B.; FARIAS, M. F. (orgs.). Tecnologia de produção em fruticultura 2. Atena Editora, 2020.
- BONAMETTI, J. H.** O modernismo e a transformação da paisagem urbana de Curitiba. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. Trabalho acadêmico.
- BONAMETTI, João Henrique.** Arborização urbana. *Revista Terra & Cultura*, v. 19, n. 36, p. 51-55, 2020.
- COSTA, Elias Mendes et al.** Enraizamento de estacas de *Bougainvillea spectabilis* Willd. com o uso de ácido indolbutírico. *Acta Agronômica*, v. 64, n. 3, 2015.
- FERREIRA, Julio.** Interiores biofílicos. São Paulo: Editora Senac, 2025.
- FREITAS, M. S. de; REIS, S. N.; CARVALHO, A. J. C. de.** Propagação de *Bougainvillea spectabilis* Willd. por estacas caulinares. *Ornamental Horticulture*, v. 28, p. 123-130, 2022.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L.** Plant propagation: principles and practices. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 2011.
- IBIRONKE, Okunlola A.** Root initiation of Bougainvillea from cuttings using different rooting hormones. *Advances in Plants & Agriculture Research*, v. 9, n. 1, p. 121-125, 2019.
- LABIB, S. M.; LINDLEY, S.; HUCK, J. J.** Spatial dimensions of the influence of urban green-blue spaces on human health: a systematic review. *Environmental Research*, v. 180, 2020.
- LIN, K. H. et al.** Effects of plant growth regulators and polyamines on bract longevity in *Bougainvillea buttiana*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, v. 62, n. 2, p. 149-157, 2021.
- LIMA, C. C.; OHASHI, T. S.; SILVEIRA, A. S.** Efeito de diferentes concentrações de AIB e procedências geográficas no enraizamento de estacas de Paricá. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 3, p. 1282-1292, 2018.
- MAHEY, Pooja et al.** Transformando os benefícios terapêuticos e nutricionais das flores de buganvílias para usos sustentáveis e segurança alimentar. *Discover Food*, v. 5, n. 1, p. 156, 2025.
- MAHEY, S. et al.** *Bougainvillea glabra* (Choisy): a comprehensive review on botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicity. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 266, p. 113442, 2021.
- MATA, Leticia Bastos da et al.** Uso de bioestimulante no enraizamento de estacas de Bougainvillea. 2025. TCC (Graduação) – Instituto Federal Goiano, 2025.
- MAURYA, Babloo; BHARTI, Navaldey.** Effect of different auxin concentrations on rooting of Bougainvillea. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, v. 10, n. 3, p. 111-113, 2025.
- MENEGAES, J. F. et al.** Práticas de paisagismo em espaços de convivência social em comunidades rurais e em centro de educação ambiental. *Revista Monografias Ambientais*, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2016.
- MENEGAES, Janine F.; BACKES, Fernanda A. A. L.** Plantas bioativas para uso no paisagismo. *Revista Eletrônica da UERGS*, v. 7, n. 1, 2021.

- MORAES, D. F.; LEITE, C.; FERREIRA, M. L.** Biofilia e sustentabilidade no planejamento urbano: interfaces conceituais e parâmetros de análise. *Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares*, v. 1, e205174, 2020.
- MOREIRA, T. C. et al.** Green spaces, land cover, street trees and hypertension in the megacity of São Paulo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 3, p. 1-14, 2020.
- MOURA, A. P. C.; SALLA, V. P.; LIMA, D. M.** Enraizamento de estacas de *Bougainvillea* com concentrações de ácido naftalenoacético. *Scientia Agraria*, v. 16, n. 2, 2015.
- MÜHLBEIER, D. T. et al.** Rooting of herbaceous cuttings of *Malpighia emarginata* D.C. associated with the use of indolebutyric acid and liquid extract of *Cyperus rotundus* L. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2020.
- REIS, S. N.; REIS, M. V.; NASCIMENTO, A. M. P.** Pandemic, social isolation and the importance of people-plant interaction. *Ornamental Horticulture*, v. 26, n. 3, p. 399-412, 2020.
- RUYTER-SPIRA, C. et al.** Mining for strigolactone biosynthetic genes in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, v. 155, n. 2, p. 721-734, 2011.
- SACHT, H. M.** Plantas em interiores: microclima proporcionado pelo estilo urban jungle. *ENCAC*, 2023, p. 1-9.
- SACHT, H. M.; VETTORAZZI, E.** Urban Jungle: influência da vegetação na climatização do andar 43 no edifício Mirante do Vale. *ENTAC*, 2022, p. 1-10.
- SACHT, Helenice Maria.** Plantas em interiores: microclima proporcionado pelo estilo urban jungle. *Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, v. 17, p. 1-9, 2023.
- SHRESTHA, Jebina et al.** Effect of rooting hormones and media on vegetative propagation of *Bougainvillea*. *Ornamental Horticulture*, v. 29, n. 3, p. 397-406, 2023.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A.** Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- VETTORAZZI, Egon.** Urban Jungle: influência da vegetação na climatização do andar 43 no edifício Mirante do Vale em São Paulo. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, v. 19, p. 1-10, 2022.