



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA
CAMPUS SETE LAGOAS

GABRIELA RODRIGUES VALADARES

**INFLUÊNCIA DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA
MICROPROPAGAÇÃO DE PITAYA-VERMELHA (*SELENICEREUS*
POLYRHIZUS)**

Sete Lagoas, MG

2026

GABRIELA RODRIGUES VALADARES

**INFLUÊNCIA DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA
MICROPROPAGAÇÃO DE PITAYA-VERMELHA (*SELENICEREUS
POLYRHIZUS*)**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Engenharia Agrônômica da
Universidade Federal de São João del-Rei,
como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Prof. José Carlos Moraes Rufini

Coorientador(a): Fernanda Ferreira Salgado

Sete Lagoas, MG

2026

GABRIELA RODRIGUES VALADARES

**INFLUÊNCIA DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA
MICROPROPAGAÇÃO DE PITAYA-VERMELHA (*SELENICEREUS
POLYRHIZUS*)**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Engenharia Agrônômica da
Universidade Federal de São João del-Rei,
como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Sete Lagoas, 15 de julho de 2026.

Banca avaliadora:

Dr. José Carlos Moraes Rufini, Orientador — UFSJ

Dra. Adriane Duarte Coelho — UFSJ

Isabella de Cássia Baldoni — UFSJ

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Extração das sementes da pitaya.	3
Figura 2 – Média de brotações em relação às doses de AIB aos 30 dias.	7
Figura 3 – Média de brotações em relação às doses de BAP aos 30 dias	8
Figura 4 – Médias de brotações aos 60 dias.	9
Figura 5 – Formação de calos aos 90 dias.	10
Figura 6 – Avaliação da fase de enraizamento.	12
Figura 7 – Final da fase de aclimatização.	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos utilizados na fase de multiplicação.	4
Tabela 2 – Quadro ANOVA.	6
Tabela 3 – Médias de BAP em regressão linear aos 30 e 60 dias.	9

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	METODOLOGIA	2
2.1.	Fase de multiplicação	3
2.2.	Fase de enraizamento	4
2.3.	Fase de aclimatização	4
2.4.	Análise estatística	4
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	5
4.	CONCLUSÃO	14
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

RESUMO

A pitaya-vermelha (*S. polyrhizus*) é uma cactácea exótica que vem despertando o interesse econômico, principalmente, na agricultura familiar. Nesse contexto, a demanda por material propagativo é um gargalo enfrentado pelos produtores no aumento da produção. A micropropagação surge como uma alternativa promissora para a produção de mudas em larga escala e a conservação do germoplasma. Esse estudo avaliou a influência de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e 6-benzilaminopurino (BAP) sobre a multiplicação de explantes de pitaya *in vitro*, bem como o efeito do AIB no enraizamento e na aclimatização da espécie. Para a fase de multiplicação, sob o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, foram utilizados cladódios com duas gemas laterais, em meio de cultura MS ½ força, com adição de reguladores de crescimento nas concentrações de BAP (0,0; 0,5; 1,5 e 3,0 mg L⁻¹) e AIB (0,0; 0,25; 0,5 e 1,0 mg L⁻¹), com 4 repetições e 3 explantes por unidade experimental. Para o enraizamento, brotos de tratamentos selecionados foram inoculados em meio de cultura MS ½ força, em delineamento inteiramente casualizado, com concentrações de AIB (0,0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹), 4 repetições e 3 explantes por unidade experimental. Na última fase do experimento, as plântulas foram submetidas à aclimatação em casa de vegetação. Avaliou-se o número de brotações aos 30 e aos 60 dias de cultivo. Não houve efeitos significativos no uso de BAP e AIB associados à indução de brotos. Quando avaliados isoladamente, os resultados indicaram efeito significativo do AIB e do BAP sobre o número de brotações aos 30 dias. O AIB apresentou resposta quadrática, com ponto ótimo estimado em 0,5 mg L⁻¹ (média de 3,25 brotações). O BAP demonstrou efeito linear negativo, em que a ausência do regulador propiciou mais brotações de tamanho grande (média de 3,56). Aos 60 dias, apenas o BAP manteve efeito significativo, com resposta quadrática. A análise dos parâmetros radiculares no *WinRhizo* não evidenciou diferença significativa entre os tratamentos. Os dados sugerem que concentrações reduzidas de BAP e AIB em torno de 0,5 mg L⁻¹ favorecem a multiplicação de explantes de pitaya *in vitro*.

Palavras-chave: BAP; AIB; Brotações; Enraizamento; Aclimatização.

ABSTRACT

Pitaya vermelha (*Selenicereus polyrhizus*) is an exotic cactus species that has been gaining economic interest, particularly in family farming. In this context, the demand for propagative material is a bottleneck faced by growers seeking to increase production. Micropropagation emerges as a promising alternative for large-scale seedling production and germplasm conservation. This study evaluated the influence of different concentrations of indole-3-butyric acid (IBA) and 6-benzylaminopurine (BAP) on the *in vitro* multiplication of pitaya explants, as well as the effect of IBA on rooting and acclimatization of the species. For the multiplication phase, under a completely randomized design in a 4×4 factorial scheme, cladodes with two lateral buds were used on $\frac{1}{2}$ -strength MS culture medium supplemented with growth regulators at concentrations of BAP (0.0, 0.5, 1.5, and 3.0 mg L⁻¹) and IBA (0.0, 0.25, 0.5, and 1.0 mg L⁻¹), with 4 replicates and 3 explants per experimental unit. For rooting, shoots from selected treatments were inoculated on $\frac{1}{2}$ -strength MS culture medium under a completely randomized design, with IBA concentrations (0.0, 0.25, 0.5, 0.75, and 1.0 mg L⁻¹), 4 replicates, and 3 explants per experimental unit. In the final phase of the experiment, seedlings were subjected to acclimatization in a greenhouse. The number of shoots was evaluated at 30 and 60 days of cultivation. No significant effects were observed for the combined use of BAP and IBA on shoot induction. When evaluated individually, the results indicated a significant effect of IBA and BAP on the number of shoots at 30 days. IBA showed a quadratic response, with an estimated optimal point at 0.5 mg L⁻¹ (mean of 3.25 shoots). BAP showed a negative linear effect, in which the absence of the regulator promoted more large-sized shoots (mean of 3.56). At 60 days, only BAP maintained a significant effect, showing a quadratic response. Analysis of root parameters by *WinRhizo* showed no significant difference among treatments. The data suggest that reduced concentrations of BAP and IBA, around 0.5 mg L⁻¹, favor the *in vitro* multiplication of pitaya explants.

Key words: BAP; IBA; Shoot induction; Rooting; Acclimatization

1. INTRODUÇÃO

A pitaya (*Selenicereus ssp.*), popularmente conhecida como fruta-do-dragão, é considerada uma fruta exótica e pertence à família Cactaceae. Originárias das regiões tropicais e subtropicais das Américas Central e Sul (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012), caracterizam-se por plantas trepadeiras, epífitas ou hemiepífitas, com caules triangulares suculentos, espinhos reduzidos e flores noturnas de grande porte. (JUNQUEIRA et al., 2002). Sua morfologia e adaptação climática tornaram a pitaya uma cultura de interesse crescente em diversas regiões do mundo. No Brasil, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de pitaya estimada no Censo de 2017, dado mais recente, era de aproximadamente 1,5 mil toneladas. Esse crescimento expressivo reforça a consolidação da cultura no mercado brasileiro, principalmente, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Pará e Santa Catarina. (IBGE, 2017).

Além da sua rusticidade e adaptabilidade, a espécie se destaca pelo elevado valor nutricional. Seus frutos são fonte de vitaminas e minerais, além de serem ricos em compostos fitoquímicos bioativos, incluindo ácidos fenólicos, flavonóides e pigmentos como betalaínas e antocianinas, que contribuem para suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (Chen SY, 2024). Essas características tornam a pitaya um alimento funcional de alto valor agregado no mercado global.

A pitaya pode ser propagada por via semínifera e por propagação vegetativa a partir de estaquia de cladódios, sendo esta a mais utilizada comercialmente por proporcionar maior uniformidade e precocidade da produção. Entretanto, a estaquia convencional apresenta limitações quanto à escala de produção, ao risco de disseminação de patógenos sistêmicos e à impossibilidade de eliminar vírus presentes no material-mãe (HARTMANN et al., 2011; CARVALHO et al., 2012). Nesse contexto, a propagação *in vitro* por meio da cultura de tecidos, surge como uma alternativa para a obtenção de um grande número de mudas geneticamente uniformes, livres de doenças, a partir de pequenas quantidades de material inicial. Além disso, a cultura de tecido é uma ferramenta indispensável para a conservação de germoplasma, assegurando a manutenção da variabilidade genética disponível para programas de melhoramento (ENGELMANN, 2011).

Um protocolo de micropropagação envolve etapas sequenciais que vão desde a seleção da planta-matriz e o estabelecimento *in vitro* dos explantes, passando pela

multiplicação e enraizamento, até a aclimatização das plântulas às condições *ex vitro* (GEORGE et al., 2008). O sucesso de cada etapa depende da otimização de variáveis como composição do meio de cultura, tipo e concentração de fitorreguladores, fotoperíodo, temperatura e genótipo, sendo necessário o desenvolvimento de protocolos específicos para cada espécie (LUZ et al., 2024; ABDALLA et al., 2022; SANTOS et al., 2022).

Os fitorreguladores são compostos orgânicos utilizados para regular o crescimento e desenvolvimento das plantas. Podem ser naturais, como os hormônios vegetais, ou sintéticos (TAIZ et al., 2017). Na cultura de tecidos, as auxinas e as citocininas são as classes mais empregadas. As auxinas, entre as quais o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA), promovem o enraizamento adventício e, em baixas concentrações, podem estimular o alongamento de brotações (TAIZ et al., 2017). Já as citocininas, em especial a 6-Benzilaminopurina (BAP) e a cinetina, atuam na quebra da dominância apical e na multiplicação de gemas axilares e adventícias (JUNGHANS; SOUZA, 2013). O balanço entre auxinas e citocininas no meio de cultura determina a via morfogênética adotada pelos explantes (CARDOSO et al., 2013). A compreensão e o ajuste preciso dessas concentrações são, portanto, etapas críticas no desenvolvimento de protocolos de micropropagação para espécies ainda pouco estudadas (LUZ et al., 2024), como é o caso de diversas cultivares de pitaya cultivadas no Brasil, como a branca (*Selenicereus undatus*), vermelha (*Selenicereus polyrhizus*) e híbrida (*Selenicereus polyrhizus* × *Selenicereus undatus*).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de AIB e BAP sobre a multiplicação de explantes de pitaya-vermelha (*S. polyrhizus*) *in vitro*, bem como o enraizamento e a aclimatização das plântulas.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Micropropagação Vegetal da Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, MG. O material vegetal foi obtido a partir de um fruto de pitaya coletado na região de Sete Lagoas. O fruto foi inicialmente higienizado externamente com água corrente e detergente neutro e disposto em superfície asséptica para posterior abertura. Após a abertura do fruto, foram removidas 200 sementes para minimizar o risco de perda amostral (Figura 1). As sementes foram transferidas para um recipiente estéril, submetidas ao tratamento de desinfecção, primeiro

em álcool etílico (70%) por 1 minuto, seguido de imersão em hipoclorito de sódio a 1% (v/v) por 30 segundos. As sementes foram enxaguadas em água destilada, e o processo repetido por três vezes, para remoção de resíduos.

Figura 1: Extração das sementes da pitaya.



Legenda: Extração das sementes e recipientes utilizados na desinfecção.

Após o procedimento de desinfecção, as sementes foram germinadas *in vitro* em meio de cultura $\frac{1}{2}$ MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) meia força (metade da concentração de sais do meio MS), acrescido de 30 g L^{-1} de sacarose, 2 mg L^{-1} de glicina, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de vitaminas; 100 mg L^{-1} mio-inositol, 5 g L^{-1} de Ágar. Após a homogeneização dos componentes do meio de cultura, o pH foi ajustado a 5,8 e a solução foi autoclavada. Os cladódios utilizados como explantes na etapa de multiplicação foram isolados dos cotilédones aos 40 dias de germinação, e transferidos para um novo meio de cultura, também MS $\frac{1}{2}$ força, e acondicionados em sala de crescimento com luz e temperatura controladas a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$.

2.1 Fase de multiplicação

Aos 70 dias de germinação, os cladódios foram seccionados em explantes de aproximadamente 0,50 cm, mantendo 2 gemas laterais por explante, e inoculados em meio de cultura $\frac{1}{2}$ força MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962), acrescido de 30 g L^{-1} de sacarose, 2 mg L^{-1} de glicina, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de vitaminas, 100 mg L^{-1} de mio-inositol, 5 g L^{-1}

de Ágar e pH ajustado para 5,8. Foram testadas 4 concentrações de AIB (0; 0,25; 0,5; 1,0 mg L⁻¹) e 4 concentrações de BAP (0; 0,5; 1,5; 3,0 mg L⁻¹) e suas combinações, resultando em 16 tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1- Tratamentos utilizados na fase de multiplicação.

Tratamento	BAP (mg/L)	AIB (mg/L)
1	0	0
2	0.5	0
3	1.5	0
4	3	0
5	0	0.25
6	0.5	0.25
7	1.5	0.25
8	3	0.25
9	0	0.5
10	0.5	0.5
11	1.5	0.5
12	3	0.5
13	0	1
14	0.5	1
15	1.5	1
16	3	1

Para o desenho experimental, foram estipuladas 4 repetições para cada tratamento, com 3 explantes por repetição. Após a montagem do experimento, as plântulas foram armazenadas em sala de crescimento, com temperatura de 25 °C ± 2 e fotoperíodo de 16h. Aos 30 e 60 dias foram realizadas avaliações quanto ao número de brotos, entre 2 e 4 cm, e à formação de calos (presença/ausência).

2.2. Fase de enraizamento

Para a etapa de enraizamento dos brotos, foram selecionados os melhores tratamentos da multiplicação, aqueles que apresentaram maior quantidade e tamanho de cladódios. Aos 60 dias, os brotos de maiores tamanhos, com aproximadamente 4 cm, dos tratamentos 1, 5 e 9 foram excisados e inoculados na posição vertical, no meio de cultura MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) ½ força MS, acrescido de 30 g L⁻¹ de sacarose, 2 mg L⁻¹ de glicina, 1,0 mg L⁻¹ de vitaminas, 100 mg L⁻¹ de mio-inositol, 5,5 g L⁻¹ de Ágar e pH ajustado para 5,8. Foram testadas cinco concentrações de AIB (ácido indolbutírico),

0,0;0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mg L⁻¹, sendo 5 tratamentos com 4 repetições, e cada repetição com 3 explantes.

Ao final da fase de enraizamento, foi realizada a análise de parâmetros morfológicos radiculares utilizando o software *WinRhizo*.

2.3. Fase de aclimatização

Para a última fase do experimento, após a última avaliação das plantas, as mesmas foram transferidas para recipientes contendo substrato 1:1 de substrato comercial e vermiculita. Os recipientes foram colocados em bandejas com tampa. As bandejas foram alocadas em casa de vegetação e irrigadas a cada dois dias. Com 7 dias, as tampas das bandejas foram parcialmente levantadas para permitir maior entrada de ar. E após 15 dias, as bandejas foram totalmente abertas para finalizar a etapa de aclimatização das plântulas. A avaliação da porcentagem de plantas aclimatizadas ocorreu ao final de 45 dias.

2.4. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, considerando o modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo para a fase de multiplicação e delineamento inteiramente casualizado para a fase de enraizamento. Os pressupostos de normalidade dos resíduos foram verificados por meio do teste de Shapiro-Wilk e de homogeneidade das variâncias, pelo teste de Bartlett, ambos ao nível de 5% de significância. Para a variável número de brotos aos 60 dias, foi realizada a transformação $Y = \sqrt{Y + 0,5}$ dos dados para atender aos pressupostos de normalidade. Quando observada a ausência de interação significativa entre AIB e BAP, os efeitos de cada regulador foram avaliados separadamente. Para os casos em que o efeito isolado do fator foi significativo, procedeu-se ao ajuste de modelos de regressão polinomial, lineares ou quadráticos, para descrever o comportamento das variáveis em função da concentração do regulador. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2024), ao nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o número de brotações com tamanho, entre 2 e 4 cm, aos

30 dias de cultivo *in vitro* demonstraram efeito significativo dos fatores AIB ($p=0,020$) e BAP ($p=0,014$). A interação entre os dois reguladores não foi significativa ($p=0,131$), indicando que cada fator atuou de forma independente sobre a resposta dos explantes (Tabela 2).

Tabela 2 - Quadro ANOVA.

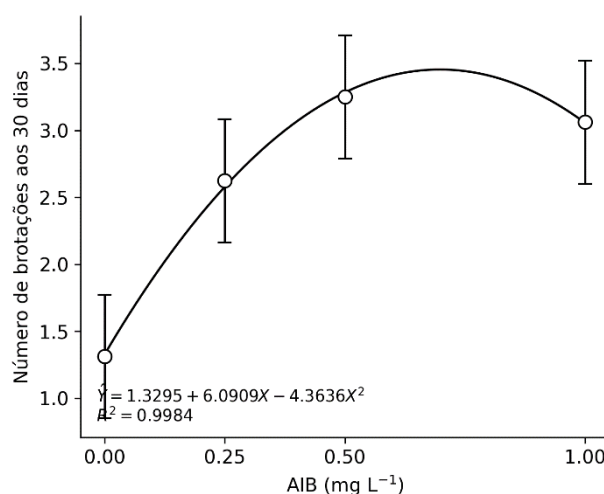
Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	<i>p</i> -valor
AIB	3	36,625	12,208	3,595	0,0201*
BAP	3	40	13,333	3,926	0,0138*
AIB x BAP	9	50,125	5,569	1,64	0,1307ns
Resíduo	48	163	3,396		
Total	63	289,75			
CV (%) = ~71,91					

Legenda: GL= graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = Quadrado médio; F = valor do teste F; CV= coeficiente de variação; *significativo a 5% de probabilidade ($p<0,05$); ns = não significativo.

O coeficiente de variação obtido para o número de brotações foi bastante elevado (CV~71,91 %), o que revela uma resposta heterogênea dos explantes. Em experimentos a partir de materiais biológicos, como cultura de tecidos, essa variabilidade é esperada, pois cada explante pode apresentar características próprias e reagir de forma individual. No presente estudo, esse efeito foi potencializado pelo uso de sementes para a obtenção dos explantes, em vez de material clonal, fato que aumenta a diversidade entre os materiais. Assim, o CV alto reflete a natureza do material e as diferenças entre os explantes.

Para as diferentes doses de AIB, o ajuste dos dados ao modelo de regressão polinomial revelou resposta quadrática ($R^2 = 0,998$; $p = 0,020$), indicando que o número de brotações cresceu com o aumento da concentração até atingir um ponto máximo e reduziu em seguida. A concentração de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ proporcionou a maior média observada, de 3,25 brotações por explante, dentre as analisadas, enquanto a concentração de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ resultou na redução desse valor para 3,06 (Figura 2).

Figura 2: Média de brotações em relação às doses de AIB - 30 dias.

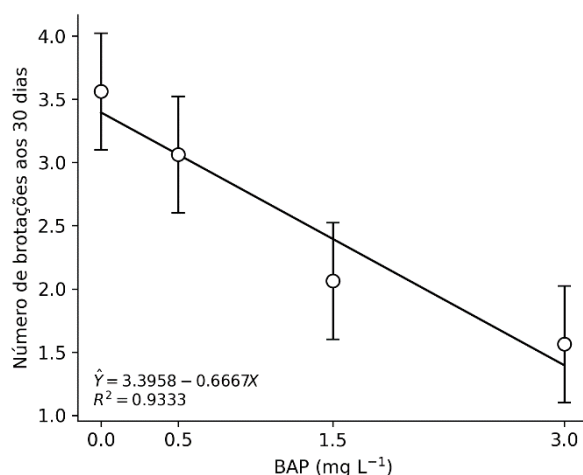


Esse comportamento indica que baixas concentrações de auxina (AIB) favorecem o desenvolvimento inicial dos explantes de pitaya-vermelha, mas doses elevadas podem ter um efeito inibidor. Esse padrão reflete o princípio da fisiologia vegetal, que afirma que as auxinas exercem efeitos estimulatórios em baixas concentrações e inibitórios em concentrações supra-ótimas, por meio do bloqueio da divisão celular e da alongação das células nas gemas axilares (TAIZ et al., 2017).

Em cactáceas, como as pitayas, esse comportamento dose-dependente também foi evidenciado, embora nem sempre no mesmo sentido do observado neste estudo. Segundo Ramalho Neta et. al. (2022), trabalhando com multiplicação *in vitro* de duas espécies de pitaya (*S. undatus* e *S. megalanthus*), verificaram que a crescente adição do hormônio AIB mostrou uma variação baixa no número de brotações. Enquanto Menezes et. al., (2012), em seu trabalho com pitaya-vermelha, concluíram que auxinas em dose baixa teve um papel coadjuvante em relação ao número de brotações.

Quanto ao BAP, observou-se também, efeito significativo ($p = 0,0138$), com ajuste linear decrescente ($R^2 = 0,933$). O melhor desempenho foi verificado no tratamento controle T1 (ausência de reguladores), com média de 3,56 brotos. Observou-se, ainda, redução progressiva no número de brotos à medida que as doses de BAP aumentavam, atingindo 1,56 brotos na maior concentração testada ($3,0 \text{ mg L}^{-1}$) (Figura 3).

Figura 3: Média de brotações em relação às doses de BAP - 30 dias.

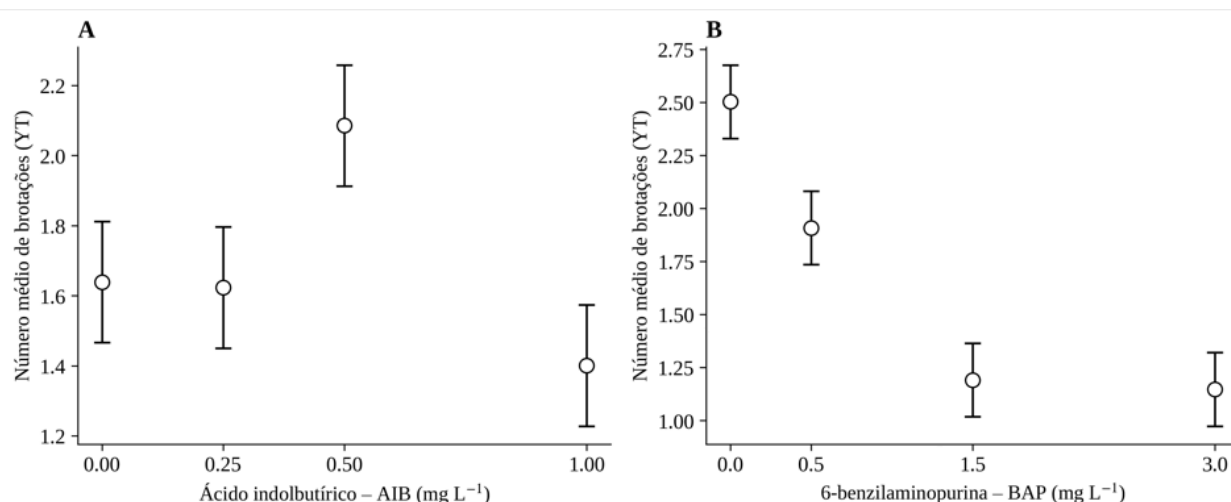


O aumento da concentração de BAP esteve associado à diminuição no número de brotações com tamanho grande, entre 2 e 4 cm. De acordo com Menezes et. al., (2012), na micropropagação de pitaya branca (*S. undatus*), também observaram efeito negativo do aumento das concentrações de BAP sobre o comprimento das brotações, evidenciando que, embora o BAP estimule a emissão de novas brotações, doses elevadas comprometem o alongamento dos brotos. Esses resultados contrastam com os observados por Pech-Jiménez et al., (2026), nos quais o tratamento com BAP (2,0 mg L⁻¹) apresentou maior resposta na indução de brotos em *H. undatus*. Além disso, difere também, quanto ao tratamento controle, que não continha reguladores de crescimento, que, nesses autores, resultou em indução de brotos limitada e tardia.

Aos 60 dias de cultivo, na avaliação final, os dados foram transformados para atender aos pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk; $p=0,0828$) e homogeneidade de variâncias (Bartlett; $p=0,2196$). Assim como aos 30 dias, a interação AIB*BAP não foi significativa. Também foi realizada a avaliação isolada dos fatores.

Nesta fase, o fator AIB perdeu significância estatística ($p=0,0527$), as médias das doses foram estatisticamente iguais pelo teste F. As médias para AIB aos 60 dias (0 mg L⁻¹ = 1,64; 0,25 mg L⁻¹ = 1,62; 0,50 mg L⁻¹ = 2,09; 1,0 mg L⁻¹ = 1,40) repetiram o padrão observado na primeira avaliação, a concentração de 0,5 mg L⁻¹ com maior média de números de brotos (2,08) e a concentração de 1,0 mg L⁻¹ a menor média (1,40), corroborando o efeito inibitório de concentrações mais elevadas de auxinas sobre a brotação, já discutido na avaliação de 30 dias (Figura 4A).

Figura 4: Média de brotações aos 60 dias.



Legenda: A) Média de brotações AIB aos 60 dias; B) Média de brotações BAP aos 60 dias.

Em contrapartida, o BAP manteve efeito significativo ($p < 0,001$), seguindo um modelo quadrático ($R^2 = 0,9998$). A tendência de inibição de brotação pelo uso da citocinina (BAP) persistiu, com a dose zero mantendo a maior média (2,50) e as doses de 1,5 e 3,0 mg L⁻¹ apresentando os menores valores (1,19 e 1,14), respectivamente (Figura 4B, Tabela 3). Em sentido oposto, Ribeiro et al., (2021), na indução *in vitro* de brotações em explantes de pitaya branca (*S. undatus*) sob diferentes concentrações de BAP, não observaram evidência de inibição, a maior dose avaliada, de 1,0 mg L⁻¹ proporcionou o maior número de brotações. Essa divergência pode estar relacionada à influência do genótipo na resposta ao BAP, conforme demonstrado por Kay Thi Oo et. al., (2023), que, ao testarem as mesmas concentrações de BAP em três variedades de pitaya (*S. undatus*, *S. polyrhizus* e *S. megalanthus*), em condições experimentais iguais, observaram respostas diferentes entre as variedades. Isso reforça que a resposta do BAP na multiplicação *in vitro* de pitaya pode ter influência do genótipo.

Tabela 3: Médias de BAP em regressão linear aos 30 e 60 dias.

BAP (mg L ⁻¹)	Média 30 dias	Média 60 dias (transf.)
0	3,56	2,50
0,5	3,06	1,91

1,5	2,06	1,19
3,0	1,56	1,15

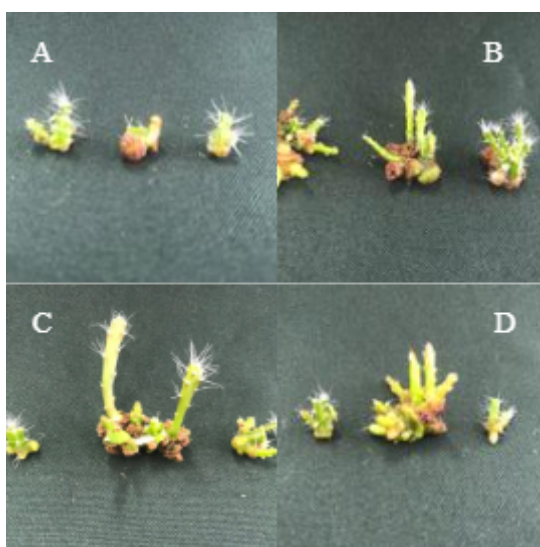
Legenda: Médias estimadas pelos modelos de regressão linear (30 dias, $R^2 = 0,933$) e quadrática (60 dias, $R^2 = 0,9999$). Valores de 60 dias referem-se à variável transformada.

Esse achado, que sugere uma divergência da função tradicionalmente atribuída às citocininas, pode estar relacionado a alguns fatores.

A formação de calo foi um fenômeno frequente no experimento, ocorrendo com maior intensidade nos tratamentos que combinaram as maiores concentrações de BAP ($1,5$ e $3,0 \text{ mg L}^{-1}$), principalmente quando associada ao AIB (Figura 5). Em várias unidades amostrais, a intensa formação de calo inviabilizou a contagem individual dos explantes envolvidos, motivo pelo qual a calogênese foi registrada de forma qualitativa (presença/ausência), sendo relatada nas observações deste estudo (Figura 5).

Segundo Taiz et al. (2017), as citocininas, em especial o BAP, induzem, na presença de auxinas endógenas, a divisão celular, culminando na formação de massas celulares indiferenciadas, e George et al. (2008) reforçam que o BAP se destaca na promoção da divisão e da diferenciação celular, podendo estimular a proliferação de massas calosas quando em concentrações não adequadas ao balanço hormonal do explante.

Figura 5: Formação de calos aos 60 dias.



Legenda: A) T11; B) T12; C) T15 e D) T16.

Nos tratamentos T11, T12, T15 e T16, praticamente todos os explantes apresentaram

formação de tecido indiferenciado e ausência ou baixíssima produção de brotos grandes (Figura 5). Essa resposta reforça a alta sensibilidade hormonal da espécie a concentrações elevadas de reguladores de crescimento, especialmente quando BAP e AIB são combinados em doses mais altas. Ramalho Neta et al. (2022) observaram que o balanço entre as concentrações de citocininas endógenas e reguladores exógenos pode alterar o padrão de morfogênese e inibir a diferenciação de órgãos em pitaya, e Kerbaui (2012) destaca que o nível endógeno de citocininas pode interagir com o suprimento exógeno de forma fitotóxica, inibindo a diferenciação celular e favorecendo o crescimento desorganizado.

Na fase de enraizamento, a análise de variância do comprimento total das raízes, avaliado por meio do software *WinRhizo*, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos testados ($p=0,809$). Apesar da ausência de significância estatística, o tratamento T1 (ausência de reguladores) apresentou maior média de comprimento radicular (Figura 6), sugerindo que a espécie possui capacidade de enraizamento espontâneo em meio $\frac{1}{2}$ MS, provavelmente sustentada pela produção endógena de auxinas ou pelos carboidratos disponíveis no meio. Esse comportamento assemelha-se ao descrito por Assis e Teixeira (1998), que destacam que determinadas espécies vegetais possuem níveis endógenos de fitohormônios suficientes para desencadear a rizogênese na ausência de fitorreguladores exógenos. Em pitayas, especificamente, Menezes et al. (2012) e Martínez-Cárdenas et al. (2007) também verificaram o enraizamento de brotações de pitaya em meio MS sem suplementação de hormônios, o que reforça a capacidade intrínseca dos cladódios de *S. polynrhizus*.

Figura 6: Avaliação da fase de enraizamento.

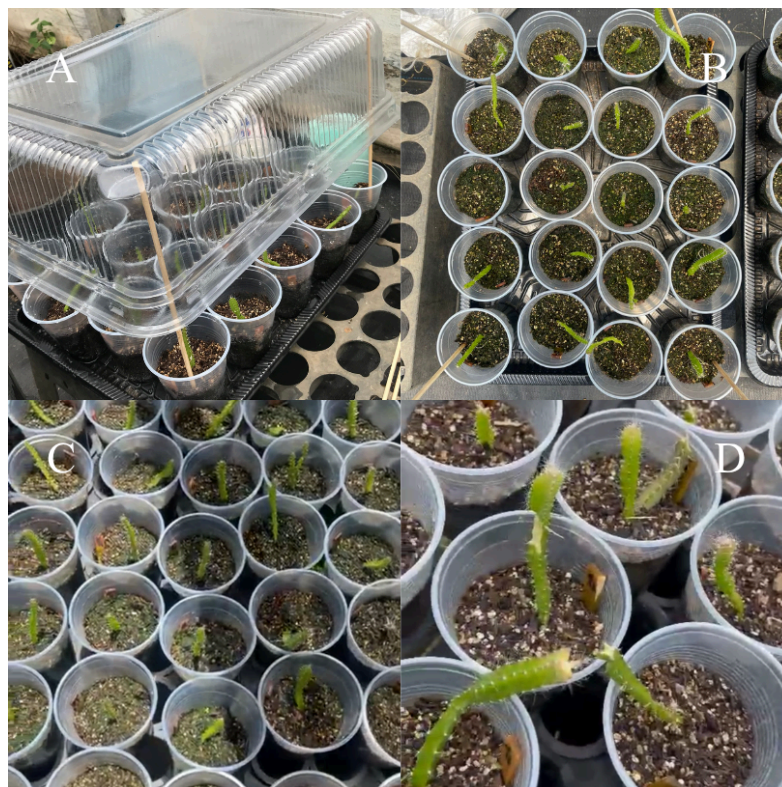


Legenda: A) T1; B) T2; C) T3; D) T4; E) T5.

O resultado do enraizamento sem suplementação hormonal tem aplicação prática. É uma alternativa que possibilita a redução de custos de produção, além de reduzir o risco de indução indesejada de calos na base dos explantes, complicação frequentemente associada ao uso de auxinas em concentrações elevadas na fase de enraizamento (GEORGE; HALL; DE KLERK, 2008).

Na aclimatização, etapa final do experimento, o percentual de sobrevivência não diferiu significativamente entre os tratamentos, com níveis próximos à 100% (Figura 7).

Figura 7: Final da fase de aclimatização.



Legenda: A) Plantas em início da fase de aclimatização; B e C) Evidências de sobrevivência após o fim da aclimatização; D) Indivíduos com bom desenvolvimento.

Esse resultado indica que as condições adotadas foram favoráveis ao estabelecimento das plantas, porém, também pode estar relacionado à metodologia adotada. Como apenas os melhores tratamentos da fase de multiplicação foram selecionados para o enraizamento e, após, conduzidos à aclimatização, é possível que tenha ocorrido uma redução da variabilidade entre os explantes utilizados. Essa homogeneidade do material pode ter contribuído para a ausência de diferenças significativas, uma vez que a menor variação experimental tende a dificultar a detecção de efeitos significativos (PIMENTEL-GOMES, 2009). Ainda assim, a elevada sobrevivência observada está de acordo com o relatado para a aclimatação de outras cactáceas, as quais apresentaram bons índices de estabelecimento *ex vitro*, mesmo sem resposta expressiva à utilização de reguladores de crescimento (RESENDE et al., 2010). Em pitaya, resultados semelhantes reforçam que o desempenho na fase de aclimatização depende não apenas do tratamento aplicado, mas também da qualidade fisiológica do material obtido nas etapas anteriores (RAMALHO NETA et al., 2022).

4. CONCLUSÃO

A micropropagação de *S. polyrhizus* é viável utilizando concentrações reduzidas de reguladores de crescimento. BAP em altas concentrações prejudica a multiplicação de brotos, sendo mais eficiente sua ausência ou o uso em baixa dose, de 0,5 mg L⁻¹. O ácido indolbutírico (AIB) apresenta máxima eficiência também na concentração de 0,5 mg L⁻¹. A ausência de interação significativa entre BAP e AIB revela que, em *Selenicereus polyrhizus*, esses reguladores atuam independentemente, permitindo seu uso estratégico em diferentes fases de desenvolvimento *in vitro*. O protocolo desenvolvido demonstra eficiência na multiplicação, enraizamento e aclimatização de plântulas, representando uma alternativa tecnicamente viável para a micropropagação de mudas de pitaya em escala comercial.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, N.; EL-RAMADY, H.; SELIEM, M.; EL-MAHROUK, M.; TAHA, N.; BAYOUMY, Y.; SHALABY, T.; DOBRANSZKI, J. **An academic and technical overview on plant micropropagation challenges**. Horticulturae, v. 8, n. 677, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080677>. Acesso em: 7 jul. 2026.
- ABRAFRUTAS — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Produção de pitaya cresce no Brasil e vira opção na Amazônia**. 2026. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2026/03/producao-de-pitaya-cresce-no-brasil-e-vira-opcao-na-amazonia/>. Acesso em: 12 jul. 2026.
- ARRUDA, A. L. de; SILVA, P. S.; GRIMALDI, F.; RICHTER, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Micropropagação e aclimatização de duas espécies de pitaya sob diferentes concentrações de reguladores de crescimento e substratos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, e176111738756, 2022.
- ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: Embrapa SPI/Embrapa CNPH, 1998. v. 1, p. 261-296.
- CARDOSO, J. C.; SILVA, J. A. T. Gerbera micropropagation. **Biotechnology Advances**, v.

31, n. 8, p. 1344-1357, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.05.008>. Acesso em: 7 jul. 2026.

CARVALHO, A. C. P. P. de; RODRIGUES, A. A. de J.; SANTOS, E. de O. **Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. (Documentos, 157).

CARVALHO, M. de J. da S. de. et al. Efeito da benzilaminopurina (Bap) na micropropagação da variedade curimenzinha (Bgm 611) de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. **Inovação e sustentabilidade: da raiz ao amido: trabalhos apresentados**. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

CHEN, S. Y.; XU, C. Y.; MAZHAR, M. S.; NAIKER, M. Nutritional value and therapeutic benefits of dragon fruit: a comprehensive review with implications for establishing Australian industry standards. **Molecules**, v. 29, n. 23, p. 5676, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules29235676>. Acesso em: 7 jul. 2026.

COUTO, T. R.; ARAÚJO, J. S. P.; AGUILAR, J. P. L. Balanço hormonal auxina/citocinina para multiplicação in vitro de genótipos de gérbera. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 4, n. 1, p. 119-134, 2021.

ENGELMANN, F. Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 47, p. 5-16, 2011.

FLORES, P. S.; PEDROTTI, E. L.; SOUSA, D. B. Efeito de ANA e BAP na propagação in vitro de açucena. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Amazônia: recursos genéticos e sustentabilidade: anais**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012.

GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; DE KLERK, G.-J. (ed.). **Plant propagation by tissue culture: volume 1: the background**. 3. ed. Dordrecht: Springer, 2008. 501 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**

2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 17 jul. 2026.

JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. da S. (ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas.** 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 407 p.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 18 p. (Documentos, 62).

KAY THI OO; LYNN, Z. M.; OO, K. Z.; HTWE, M. Y.; HTET, W. T.; SOE, W. W.; TUN, W. In vitro propagation of three pitaya varieties (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus megalanthus*) with the use of different BAP concentrations. **Journal of Scientific and Innovative Research**, v. 12, n. 2, p. 33-39, 2023.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

LUZ, S. C. dos S. da; PEREIRA, J. R.; RIBAS, L. L. F.; ALCANTARA, G. B. de; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Diferentes tratamentos de desinfestação in vitro na micropropagação de segmentos nodais de **Ocotea odorifera** (Vell.) Rohwer (canela-sassafrás). **Revista Delos**, v. 17, n. 54, e1411, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/1411>. Acesso em: 7 jul. 2026.

MARTÍNEZ-CÁRDENAS, G. et al. Propagación in vitro de **Hylocereus undatus** (Haworth) Britton & Rose. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 30, n. 4, p. 385-391, 2007.

MENEZES, T. P. et al. Micropropagação e endorreduplicação em pitaia vermelha (**Hylocereus undatus** Haw.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 568-576, jul./ago. 2012.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (**Hylocereus** spp.): uma breve revisão. **Comunicata Scientiae**, v. 4, p. 220-237, 2012. DOI: 10.14295/cs.v3i4.334. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/334>. Acesso em: 7 jul. 2026.

PECH-JIMÉNEZ, E.; SANGUINO-SANDOVAL, J.; CASTILLO-SÁNCHEZ, L. E.; RODRÍGUEZ-BUENFIL, I. M. In vitro propagation and shooting induction of pitaya (*Hylocereus undatus*). **Plant Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 21-32, 2026.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 12 jul. 2026.

RAMALHO NETA, T. et al. Micropropagação e aclimatização de duas espécies de pitaya sob diferentes concentrações de reguladores de crescimento e substratos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, e176111738756, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i17.38756. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/38756>. Acesso em: 7 jul. 2026.

RESENDE, S. V. et al. No topo e nas rochas: aclimatização de cactáceas ameaçadas de extinção. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 132-138, 2010.

RIBEIRO, C. H. M.; CARLOS, R. P.; BONIFÁCIO, T. C.; SOUZA, M. M.; PAZ, J. I. V.; ABRANCHES, M. O.; TAVARES, Q. G.; DIAS, M. V.; PONTES, D. S.; CURI, P. N. Indução in vitro de brotações em explantes de pitaia vermelha em diferentes concentrações de BAP. **Revista Científica Rural**, 2021.

SANTOS, J. A.; RIBEIRO, N. A.; SOUZA-COSTA, D. M. S.; CARVALHO, D.; BRONDANI, G. E. Plant production of *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer by the micropropagation technique. **Scientia Forestalis**, v. 50, e3759, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v50.04>. Acesso em: 7 jul. 2026.

SILVA, A. C. da; SOUZA, J. A.; SANTIAGO, E. F. Multiplicação e enraizamento in vitro de pitaia vermelha utilizando diferentes concentrações de reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 412-417, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Tradução: Alexandra Antunes Mastroberti et al. Revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.