

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Lucas Costa Vasconcelos Rabelo

Estudo da omissão de nutrientes minerais na propagação *in vitro* de pitaya

BAMBUÍ - MG

2023

**FEDERAL INSTITUTE OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY FROM
MINAS GERAIS - BAMBUÍ CAMPUS
BACHELOR'S DEGREE IN AGRONOMY**

Lucas Costa Vasconcelos Rabelo

Study of mineral nutrients omission in the *in vitro* propagation of pitaya

BAMBUÍ - MG

2023

LUCAS COSTA VASCONCELOS RABELO

**ESTUDO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES MINERAIS
NA PROPAGAÇÃO IN VITRO DE PITAYA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *campus* Bambuí como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Monteiro Corrêa

BAMBUÍ - MG

2023

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

R114e Rabelo, Lucas Costa Vasconcelos.
Estudo da omissão de nutrientes minerais na propagação *in vitro* de
Pitaya. / Lucas Costa Vasconcelos Rabelo. – 2023.
22 f.; il.: color.

Orientador: Ricardo Monteiro Corrêa.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí,
MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2023.

1. Pitaya. 2. Omissão. 3. Macronutriente. I. Corrêa, Ricardo Monteiro.
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
– Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 581.1335



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino
Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: **Estudo da omissão de nutrientes minerais na propagação in vitro de pitaya**

Aluno: Lucas Costa Vasconcelos Rabelo

Data da Aprovação: 22/06/2023

Banca examinadora:

Orientador: Dr. Ricardo Monteiro Corrêa –IFMG campus Bambuí

Membro 1: Dr. Claudimar Junker Duarte - IFMG campus Bambuí

Membro 2: MSc Maria Cristina da Silva Barbosa - IFMG campus Bambuí

Membro 3: MSc. Júlia Bahia Miranda - IFMG campus Bambuí

Bambuí, 22 de junho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Monteiro Correa, Professor**, em 27/06/2023, às 08:16, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Cristina da Silva Barbosa, Técnica de Laboratório / Área Biologia**, em 27/06/2023, às 13:15, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Julia Bahia Miranda, Técnica de Laboratório / Área Biologia**, em 27/06/2023, às 15:10, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Claudimar Junker Duarte, Professor**, em 27/06/2023, às 19:53, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1594971** e o código CRC **21C3593F**.

23209.005443/2022-70

1594971v1

RESUMO

A pitaya (*Hylocereus undatus*), também chamada de “fruta do dragão”, é uma planta peculiar e está se tornando uma frutífera cada vez mais comum entre os brasileiros. Ainda são escassos os estudos relativos à adubação e nutrição mineral, principalmente aqueles relacionados à identificação de sintomas visuais de deficiência de nutrientes. A cultura de tecidos é uma ferramenta da Biotecnologia que permite realizar estudos omitindo nutrientes do meio de cultivo, visando entender o comportamento do crescimento das plântulas sob esta condição. Esta pesquisa teve como objetivo estudar o crescimento e a diagnose visual da deficiência de macro e micronutrientes no cultivo *in vitro* de pitaya. Plântulas inicialmente preestabelecidas *in vitro* em meio MS foram novamente subcultivadas em meio MS com a omissão dos nutrientes desejados para cada análise. Foram avaliadas as variáveis altura de plântulas, número de brotações, coloração dos explantes (diagnose visual de deficiência nutricional) e viabilidade. Observou-se que os cladódios de pitaya que tiveram a omissão do potássio, cálcio, zinco, cobalto e manganês no meio de solução completo apresentaram um menor crescimento em relação aos demais nutrientes.

ABSTRACT. Study of the omission of mineral nutrients in vitro propagation of pitaya.

The pitaya (*Hylocereus undatus*), also called “dragon fruit”, is a peculiar plant and is becoming an increasingly common fruit among Brazilians. There are still few studies on fertilization and mineral nutrition, especially those related to the identification of visual symptoms of nutrient deficiency. Tissue culture is a Biotechnology tool that allows the carrying out of studies omitting nutrients from the culture medium in order to understand the behavior of seedling growth under this condition. This research aimed to study the growth and visually diagnose macro and micronutrient deficiencies in pitaya *in vitro* culture. Seedlings initially pre-established *in vitro* in MS medium were subcultured in MS medium with the omission of the desired nutrients for each analysis. Variables such as seedling height, number of shoots, explant colors (visual diagnosis of nutritional deficiency) and viability were evaluated. Note that the pitaya cladodes that had the omission of potassium, calcium, zinc, cobalt and manganese in the medium of complete solution, presented a smaller growth in relation to the other nutrients.

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1 Local experimental.....	9
2.2 Ensaios.....	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A pitaya, também conhecida como “fruta do dragão”, é uma planta frutífera de espécie cactácea que tem tido suas áreas de plantio aumentadas em virtude da procura pelo mercado consumidor devido a sua aparência peculiar, valor nutricional e sabor. Esta fruta possui duas principais espécies comerciais: a de casca vermelha - *Hylocereus undatus* (Haw) Britton & Rose e a de casca amarela - *Selenicereus megalanthus* (Schum ex. Vaupel, Moran) (DONADIO, 2009). É um fruto de uma cactácea de origem mexicana, tendo ele sabor suave e levemente adocicado.

A polinização cruzada ou autopolinização se dá através da abertura noturna da flor, geralmente após as 19 horas. O fruto de pitaya se desenvolve rapidamente e pode ser colhido aproximadamente 35 dias após a fecundação. Seu florescimento ocorre entre dezembro e abril, podendo haver colheita de frutos nesse período (DONADIO, 2009). Donadio (2009) afirma também que a fruta dragão é capaz de se adaptar a condições de temperaturas entre 18°C e 26 °C, altitude entre 0 até 1.850 m sobre o nível do mar e chuvas entre 1.200 e 1.500 mm anuais. Assim, sua preferência é por climas subúmidos, meia sombra, livres de geadas e com solos bem drenados. Mas, devido a sua capacidade adaptativa, a pitaya consegue suportar climas tropicais, subtropicais e áridos.

Dentro da sua variedade de usos, a pitaya pode ser ofertada como fruta fresca, suco, polpa, sorvete, mousse, ou como corante de doces. Além disso, devido as suas propriedades medicinais, atua como um tônico cardíaco e analgésico, assim como o seu óleo possui efeito laxante, sendo eficaz no controle de gastrite e infecção renal. Não o bastante, é usada também na confecção de xampu (DONADIO, 2009).

No entanto, as características de cultivo e manejo cultural e nutricional ainda carecem de informações. Segundo Lima *et al* (2019), os estudos sobre nutrição mineral de pitaya, nos quais são realizadas recomendações empíricas para a cultura, ainda são escassos. No Brasil, ela ainda é considerada exótica, sendo pouco conhecida. O valor comercial da fruta chama a atenção, podendo chegar a R\$ 12,50 (kg), segundo dados do CEASA do mês de abril de 2023.

A cultura de tecidos vegetais é uma técnica da Biotecnologia que permite cultivar, em espaço reduzido, inúmeras plantas de variadas espécies. O processo de micropropagação é a prática que permite multiplicar as plantas *in vitro* e obter novas mudas em ambiente protegido, em condições controladas de temperatura e umidade. A técnica permite cultivar em salas artificiais plantas de diferentes espécies, sendo as plantas herbáceas as de mais fácil cultivo e sucesso. O potencial desta técnica para a produção de mudas saudáveis e vigorosas tem despertado a atenção de muitos pesquisadores e produtores.

Do ponto de vista comercial, é interessante que cultivares de importância agrônômica sejam propagadas assexualmente, pois esse tipo de propagação resulta em plantas uniformes quanto ao seu fenótipo (crescimento, floração, frutificação, etc.). Por isso, a propagação clonal é uma alternativa para que se fixem características de importância agrônômica e comercial, a partir do cruzamento entre híbridos interespecíficos por meio da genética clássica (BARRUETO CID., 2010).

A produção de mudas frutíferas é uma etapa muito importante dentro da cadeia produtiva da fruticultura. Ao implantar um pomar, o insumo principal é a muda que é feita nos laboratórios e viveiros devidamente legalizados. Na fruticultura, já são produzidas comercialmente em culturas de tecidos mudas de banana, abacaxi e morango, além de inúmeras outras espécies de outros segmentos como orquídeas, gérberas, rosas, medicinais dentre outras. Levar a muda sadia para o campo é um dos pilares que garante maior produtividade e menor risco de transmissão de doenças. Sendo assim, a cultura de tecidos permite produzir em reduzido espaço uma grande quantidade de mudas isentas de patógenos e com alto vigor. Mas, para isso, são necessários estudos sobre o comportamento desta espécie *in vitro* e a nutrição mineral é um dos assuntos em destaque.

Uma das maneiras práticas de detectar o elemento limitante, além da diagnose foliar, é por meio do aspecto visual das plantas, considerando-se que as deficiências minerais promovem alterações no metabolismo, as quais frequentemente modificam os aspectos morfológicos e anatômicos (SILVEIRA *et al.*, 2002). Na literatura, ainda são escassos trabalhos em que constem informações de omissão de micronutrientes em pitaya, dificultando assim a comparação dos resultados obtidos.

Merten (2003) destacou que muito pouco foi publicado com relação à adubação e nutrição mineral de pitaya, sendo que ainda persiste a carência de informação nos dias atuais. Os estudos com nutrição de plantas de pitaya ainda são incipientes, uma vez que a cultura frutífera é nova e pouco estudada. Os sintomas de deficiência mineral nessas plantas são pouco conhecidos e pouco elucidados. Desta forma, faz-se necessário estudos controlados para identificar omissões de nutrientes e caracterizar os respectivos sintomas por meio da diagnose visual, além de analisar o crescimento vegetal *in vitro* desta espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local experimental

Os ensaios foram conduzidos no Instituto Federal de Minas Gerais – *campus* Bambuí, no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais. Plântulas de pitaya da espécie *Hylocereus undatus* – de coloração vermelha de polpa de frutos – preestabelecidas *in vitro* foram utilizadas como explantes.

As plântulas encontravam-se preestabelecidas em meio de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962) com 3% de sacarose na ausência de reguladores de crescimento.

2.2 Ensaios

O primeiro ensaio avaliou o crescimento de plântulas de pitaya sob a carência de macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (Quadro 1).

Quadro 1 - Proposta de estudo da deficiência de macronutrientes em pitaya, sob cultivo *in vitro*.

Tratamentos	Meio nutritivo
1	MS completo - Testemunha
2	MS com omissão de nitrogênio (N)
3	MS com omissão de fósforo (P)
4	MS com omissão de potássio (K)
5	MS com omissão de cálcio (Ca)
6	MS com omissão de magnésio (Mg)
7	MS com omissão de enxofre (S)

Fonte: do autor (2023).

No segundo ensaio, foram estudados os efeitos da omissão de alguns micronutrientes no meio de cultivo, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Proposta de estudo da deficiência de micronutrientes em pitaya, sob cultivo *in vitro*.

Tratamentos	Meio nutritivo
1	MS completo - Testemunha
2	MS com omissão de boro (B)
3	MS com omissão de zinco (Zn)
4	MS com omissão de cobre (Cu)
5	MS com omissão de ferro (Fe)
6	MS com omissão de manganês (Mn)
7	MS com omissão de cobalto (Co)

Fonte: do autor (2023).

Os explantes utilizados nos 2 ensaios foram de cladódios oriundos de plântulas preestabelecidas *in vitro*.

O meio de cultivo utilizado em ambos os ensaios foi o MS acrescido dos reguladores de crescimento ANA (ácido naftaleno acético) e BAP (6-benzilaminopurina), nas concentrações de 0,25 mg L⁻¹ e 0,7 mg L⁻¹, variando os tratamentos de omissão de nutrientes (Quadros 1 e 2). O pH foi ajustado para 5,7±0,1 antes da autoclavagem. Os meios foram colocados em tubos de ensaio de 25 mm x 150 mm contendo 15 mL de meio por tubo. Em seguida, esses tubos contendo o meio nutritivo juntamente com as demais vidrarias de inoculação de explantes foram autoclavados a 120° C sob 1 atm de pressão por 20 minutos.

O meio MS completo é composto pelos seguintes sais e suas respectivas concentrações em miligramas por litro (mg L⁻¹) e milimolar (mM): NH₄NO₃ (1650 mg L⁻¹ ou 20,6 mM), KNO₃ (1.900 mg L⁻¹ ou 18,8 mM); KH₂PO₄ (170 mg L⁻¹ ou 1,3 mM), KI (0,83 mg L⁻¹ ou 5 mM), CaCl₂.2H₂O (440,0 mg L⁻¹ ou 2,99 mM), MgSO₄.7H₂O (370 mg L⁻¹ ou 1,5 mM), H₃BO₃ (6,2 mg L⁻¹ ou 0,1 mM), Na₂MoO₄.2H₂O (0,25 mg L⁻¹ ou 0,001 mM), CoCl₂.6H₂O (0,025 mg L⁻¹ ou 0,0001 mM), MnSO₄.4H₂O (22,30 mg L⁻¹ ou 0,1 mM), ZnSO₄.7H₂O (8,6 mg L⁻¹ ou 0,03 mM), CuSO₄.5H₂O (0,025 mg L⁻¹ ou 0,0001 mM), Na₂EDTA.2H₂O (37,25 mg L⁻¹ ou 0,1 mM).

As omissões de nutrientes nos meios de cultura consistiram em retirar em cada tratamento a solução que continha o respectivo nutriente. O tratamento testemunha com meio MS consistiu na elaboração normal do meio de cultura sem omissão de sais. O tratamento com omissão de nitrogênio (N) consistiu na omissão das soluções A e B do meio MS que contêm originalmente NH₄NO₃ (sol. A) e KNO₃ (sol. B). Devido a retirada do KNO₃ do meio, houve a retirada também

do potássio (K), que nesta solução representa a maior percentagem de K disponível. Desta forma, foi adicionado ao meio KCl visando disponibilizar K e não prejudicar a omissão de N (Quadro 3).

No tratamento de omissão de fósforo (PO_4) através da omissão da solução de KH_2PO_4 , retirou-se uma fração muito pequena no K (0,37 mM), não sendo suprido este valor no meio por outro sal. Na omissão de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), não foi acrescentado ao meio de cultura os sais $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, não sendo necessário nenhum ajuste de concentração.

A omissão de enxofre consistiu em omitir a solução que continha maior quantidade de enxofre. No entanto, a concentração majoritária de enxofre vem do MgSO_4 e pouco vem dos demais sais que contêm S como $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Caso omitisse estes sais, seriam omitidos também grande parte dos micronutrientes, podendo prejudicar o tratamento (Quadro 3). Desta forma, ficou uma concentração residual de 0,09 mM de S no meio e foi adicionado 1,5 mM de MgCl para suprir magnésio retirado.

A omissão dos micronutrientes foi realizada pelo não adcionamento no respectivo tratamento das seguintes soluções: H_3BO_3 (sol. C), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (sol. E), $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (sol. E), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (sol. E), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (sol. F) e $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Quadro 3).

Quadro 3 – Relações de concentrações no meio de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962) com 3% de sacarose e omissões de macro e micronutrientes.

Tratamento	Concentração do nutriente no meio MS normal	Concentração do nutriente no meio com omissão	OBS
MS completo	Concentrações normais conforme Murashige e Skoog (1962)	Sem omissão	Testemunha
- N* (Solução A e B)**	20,6 mM – NH ₄ NO ₃ (total) sendo (N-NH ₃ : 8,25 mM e N-NO ₃ : 12,35 mM) 18,8 mM de KNO ₃ (total) sendo K: 7,27 mM N-NO ₃ : 11,53 mM	0 mM de N	Com a retirada do KNO ₃ retirou-se também o K. Para suprir a falta de K, adicionou-se 18,79mM de KCl (9,84mM de K)
- P* (Solução C)**	1,3 mM – KH ₂ PO ₄ (total) sendo (0,37 mM K e 0,91 mM PO ₄)	0 mM de PO ₄	Com a retirada do KH ₂ PO ₄ retirou-se K (-0,37 mM)
- K* (Solução B)**	18,8 mM – KNO ₃ (total) sendo (7,27 mM K e 11,53 mM NO ₃)	0,37 mM de K	Com a retirada do KNO ₃ retirou-se N-NO ₃ (- 11,53 mM). Não foi suprida esta concentração retirada. Manteve-se a solução contendo 1,3 mM - KH ₂ PO ₄ (total) sendo 0,37 mM K e 0,91 mM PO ₄
- Ca* (Solução D)**	2,99 mM – CaCl ₂ .2H ₂ O (total) sendo (0,62 mM Ca e 1,11 mM Cl)	0 mM de Ca	Com a retirada do CaCl ₂ retirou-se Cl (- 1,11 mM)
- Mg* (Solução E)**	1,5 mM MgSO ₄ .7H ₂ O sendo 0,15 mM Mg e 0,58 mM SO ₄	0 mM de Mg	Com a retirada do MgSO ₄ .7H ₂ O retirou-se SO ₄ (- 0,58 mM)
- S* (Solução E)**	1,5 mM – MgSO ₄ .7H ₂ O (total) sendo 0,15 mM Mg e 0,58 mM SO ₄	0,09 mM de SO ₄	Retirou-se MgSO ₄ , porém manteve-se demais soluções contendo os micronutrientes onde o enxofre faz parte (MnSO ₄ .4H ₂ O, ZnSO ₄ .7H ₂ O, CuSO ₄ .5H ₂ O e FeSO ₄ .7H ₂ O), por conter pequenas quantidades de SO ₄ e o meio não faltar micronutrientes. O magnésio foi suprido pelo MgCl (0,15 mM)
- B* (Solução C)**	100 mM – H ₃ BO ₃ (total) sendo 0,02 mM de B	0 mM de B	-
- Zn* (Solução E)**	0,03 mM – ZnSO ₄ .7H ₂ O sendo 0,004 mM Zn e 0,01 mM SO ₄	0 mM de Zn	Com a retirada do ZnSO ₄ retirou-se SO ₄ (- 0,01 mM)
- Cu* (Solução E)**	0,025 mM – CuSO ₄ .5H ₂ O sendo 0,007 mM Cu e 0,01 mM SO ₄	0 mM de Cu	Com a retirada do CuSO ₄ .5H ₂ O retirou-se SO ₄ (- 0,01 mM)
- Mn* (Solução E)**	100 mM MnSO ₄ .H ₂ O sendo 0,02 mM Mn e 0,04 mM SO ₄	0 mM de Mn	Com a retirada do MnSO ₄ .4H ₂ O retirou-se SO ₄ (- 0,04 mM)
- Fe* (Solução F)**	100 mM FeSO ₄ .7H ₂ O sendo 24,14 mM Fe e 34,53mM SO ₄	0 mM de Fe	Com a retirada do FeSO ₄ .7H ₂ O retirou-se SO ₄ (- 34,53 mM)
- Co* (Solução E)**	0,0001 mM CoCl ₂ .6H ₂ O sendo 0,00003 mM Co e 0,00003 Cl	0 mM de Co	Com a retirada do CoCl ₂ .6H ₂ O retirou-se Cl (- 0,00003 mM)

* Sinal negativo (-) significa ausência do referido nutriente no meio de cultura

** Representam as soluções que compõem o meio de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962).

Os meios, após autoclavagem, foram acondicionados na sala de transferência de explantes por um período de 5 dias, visando identificar possíveis contaminações. Em seguida, na sala de transferência, sob câmara de fluxo laminar, as plântulas (cladódios) preestabelecidas *in vitro* foram retiradas dos frascos com tamanho entre 3 e 5cm e transferidas para os respectivos tubos de ensaio contendo os tratamentos. Foi utilizado 1 cladódio por tubo. Os tubos de ensaio com os explantes foram levados para a sala de crescimento, onde ficaram subcultivados em fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro e temperatura de 25°C.

Foram realizadas diagnoses visuais a cada 7 dias, visando identificar alterações na coloração dos explantes conforme a manifestação de sintoma de déficit de cada nutriente. As avaliações de crescimento foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias após a inoculação dos explantes nos tratamentos.

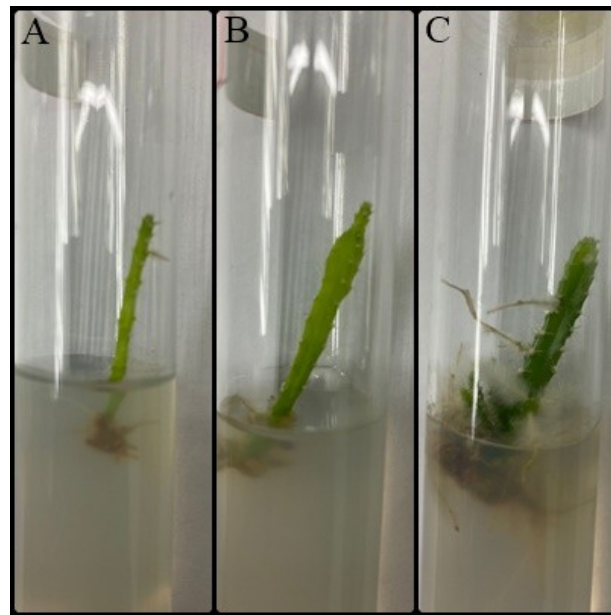
O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) contendo 7 tratamentos (cada ensaio), 4 repetições e cada parcela experimental foi composta de 4 tubos de ensaio. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (nível de 5% de probabilidade) e o software utilizado foi o Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao estudar o efeito dos macronutrientes na micropropagação de pitaya, observou-se que aos 30 dias após a inoculação dos explantes não houve efeito significativo da omissão de nutrientes para a variável número de brotações. Porém, para altura de plantas houve efeito significativo da omissão de nutrientes ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Omitindo potássio e cálcio do meio, observou-se que houve baixa viabilidade de cladódios comparada à omissão de outros nutrientes, evidenciando a importância destes nutrientes durante o crescimento inicial dos cladódios. O meio MS foi afetado por danos ao realizar a transferência dos cladódios, causando assim uma baixa viabilidade já nos primeiros 30 dias. Apesar da omissão dos demais nutrientes, estes não apresentaram baixa viabilidade.

O parâmetro para distinguir as cores foi designado por aspecto visual, de verde claro, verde e verde escuro (Figura 1).



Fonte: do autor (2023).

Figura 1. Plântulas de pitaya *Hylocereus undatus* com três tipos de coloração verde.

A – Coloração verde claro. **B** – Coloração verde. **C** – Coloração verde escuro.

Tabela 1 – Omissão de macronutrientes na micropropagação de pitaya após 30 dias de sub-cultivo.

Tratamentos	Nº Brotações	Altura (cm)	Coloração	Viabilidade (%)
MS completo	3,87 a *	3,34 a	Verde claro	68,75
Omissão de N	1,75 a	2,38 b	Verde claro	93,75
Omissão de K	1,79 a	2,86 b	Verde	37,5
Omissão de S	2,06 a	3,60 a	Verde escuro	87,5
Omissão de Mg	2,18 a	3,21 a	Verde	81,25
Omissão de P	2,74 a	3,00 b	Verde claro	75
Omissão de Ca	2,81 a	2,85 b	Verde	62,5

Fonte: do autor (2023).

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Na tabela 2, aos 60 dias após a inoculação, a altura não foi influenciada pela omissão dos nutrientes, porém houve efeito significativo da omissão para o número de brotações.

O meio MS completo, aos 60 dias, seguiu apresentando baixa viabilidade em relação aos 30 dias, o que seria esperado. No tratamento de omissão de potássio, observou-se queda da viabilidade para a metade, o fósforo se manteve estável e os demais apresentaram uma queda aproximada de 10% na viabilidade.

No decorrer dos 60 dias, a coloração começou a manifestar diferenças, os tratamentos do MS completo, magnésio e fósforo tenderam a ter um escurecimento e os demais mantiveram a coloração.

Tabela 2 – Omissão de macronutrientes na micropropagação de pitaya após 60 dias de sub-cultivo.

Tratamentos	Nº Brotações	Altura (cm)	Coloração	Viabilidade (%)
MS completo	3,87 a *	3,30 a	Verde	56,25
Omissão de K	0,75 b	2,50 a	Verde	18,75
Omissão de N	1,81 b	2,59 a	Verde claro	87,5
Omissão de Mg	1,85 b	3,02 a	Verde escuro	75
Omissão de Ca	1,85 b	2,65 a	Verde	56,25
Omissão de S	1,93 b	3,36 a	Verde escuro	81,25
Omissão de P	3,39 a	3,02 a	Verde	75

Fonte: do autor (2023).

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Aos 90 dias, após a inoculação dos cladódios de pitaya omitindo macronutrientes, o número de brotações e altura apresentou diferenças significativas.

No tratamento com a omissão de fósforo, a questão de viabilidade se manteve estável em todas as avaliações. Nos tratamentos com omissão de potássio e nitrogênio, estes permaneceram estáveis nas avaliações de 60 e 90 dias. Os demais nutrientes aos 90 dias apresentaram menor variação de viabilidade em relação aos 30 e 60 dias.

A coloração das plântulas no tratamento testemunha (MS completo) da omissão dos nutrientes potássio, nitrogênio, magnésio, cálcio e enxofre permaneceram iguais à avaliação anterior, somente o fósforo mudou sua coloração, passando de verde para verde claro.

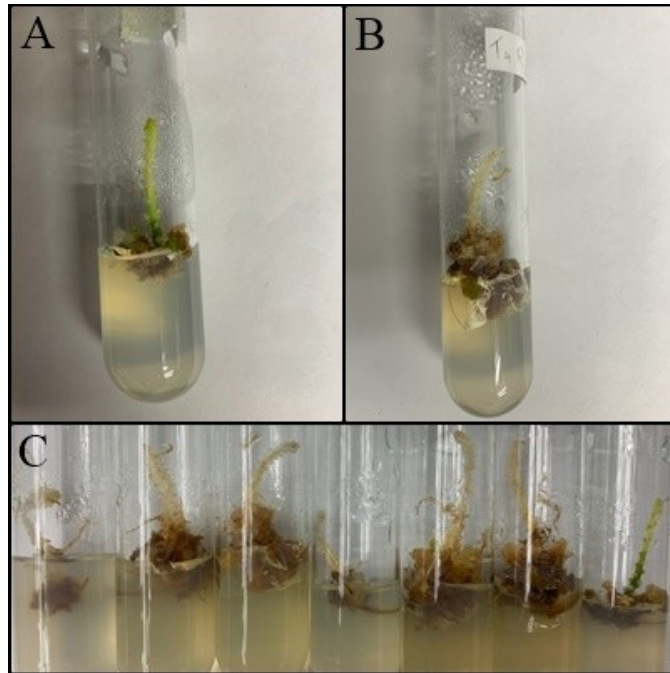
Tabela 3 – Omissão de macronutrientes na micropropagação de pitaya após 90 dias de sub-cultivo.

Tratamentos	Nº Brotações	Altura (cm)	Coloração	Viabilidade (%)
MS completo	4,66 a *	3,66 a	Verde	50
Omissão de K	0,50 b	1,75 b	Verde	18,75
Omissão de Mg	1,68 b	3,18 a	Verde escuro	62,5
Omissão de S	1,87 b	3,66 a	Verde escuro	81,25
Omissão de N	1,93 b	2,52 b	Verde claro	87,5
Omissão de Ca	2,54 b	2,81 a	Verde	50
Omissão de P	3,70 a	3,00 a	Verde claro	75

Fonte: do autor (2023).

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

A omissão do potássio influenciou diretamente a viabilidade no decorrer dos dias de sub-cultivo, sendo responsável pela morte completa dos cladódios e por boa parte do tratamento a partir de sua omissão (Figura 2). Também ao analisar as avaliações ao longo do tempo (Tabela 1, 2 e 3), observou-se que a viabilidade decresceu abruptamente de 37,5% aos 30 dias para 17,5% aos 60 dias, permanecendo neste valor aos 90 dias pós-subcultivo. De acordo com Andrade (2022), o potássio é o nutriente mais acumulado nos cladódios de pitaya, sendo que sua redução na absorção está diretamente relacionada a altos teores de cálcio e magnésio.



Fonte: do autor (2023).

Figura 2. Plântulas de pitaya *Hylocereus undatus* submetidas ao tratamento de omissão de potássio em solução nutritiva. **A** - Cladódio em processo de necrose, perdendo sua coloração. **B** – Cladódio com morte total do seu tecido. **C** - Tratamento apresentando morte em boa parte das repetições.

O potássio promove aumento do diâmetro do caule da pitaya (INTA, 2002), sendo um dos elementos mais requeridos especialmente por exercer as funções de translocação de carboidratos e regulação de abertura e fechamento de estômatos (MARSCHNER, 2005).

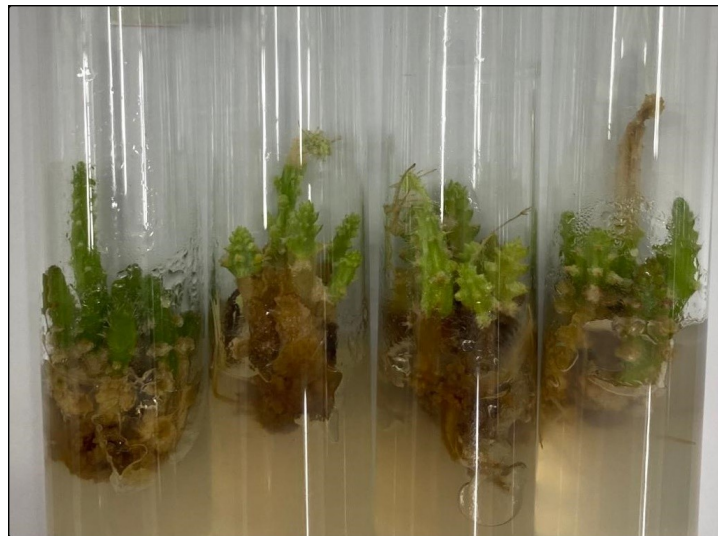
Em relação aos 30 dias após a inoculação dos cladódios na omissão de micronutrientes (Tabela 4), o número de brotações apresentou diferença significativa (Figura 3), porém a altura não.

Tabela 4 – Omissão de micronutrientes na micropropagação de pitaya após 30 dias de sub-cultivo.

Tratamentos	Nº Brotações	Altura (cm)	Coloração	Viabilidade (%)
MS completo	5,62 a *	2,76 a	Verde	68,75
Omissão de Zn	4,81 a	3,96 a	Verde claro	81,25
Omissão de Fe	1,00 b	3,15 a	Verde claro	100
Omissão de Co	1,12 b	2,92 a	Verde claro	56,25
Omissão de Cu	1,87 b	3,14 a	Verde claro	93,75
Omissão de Mn	2,77 b	3,15 a	Verde claro	50
Omissão de B	1,94 b	3,25 a	Verde claro	100

Fonte: do autor (2023).

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.



Fonte: do autor (2023).

Figura 3. Número de brotações em maior quantidade de plântulas de pitaya *Hylocereus undatus* no meio MS completo.

Após os 60 dias de omissão, o número de brotações e altura manteve as mesmas características de diferenças observadas aos 30 dias de avaliação. A coloração dos cladódios do meio MS completo ficou mais clara, a omissão de ferro se manteve e as demais omissões apresentaram escurecimento de verde claro para verde.

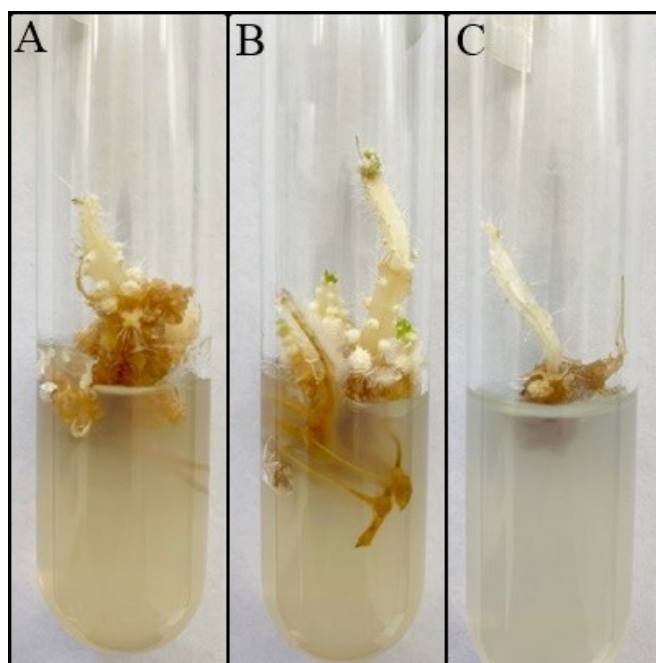
Tabela 5 – Omissão de micronutrientes na micropropagação de pitaya após 60 dias de sub-cultivo.

Tratamentos	Nº Brotações	Altura (cm)	Coloração	Viabilidade (%)
MS completo	7,14 a *	2,81 a	Verde claro	50
Omissão de Zn	7,29 a	3,02 a	Verde	50
Omissão de Fe	1,95 b	3,05 a	Verde claro	93,75
Omissão de Co	1,95 b	2,69 a	Verde	43,75
Omissão de Cu	3,22 b	2,73 a	Verde	87,5
Omissão de Mn	3,33 b	2,64 a	Verde	31,25
Omissão de B	3,58 b	3,12 a	Verde	81,25

Fonte: do autor (2023).

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados nas tabelas 4 e 5 indicam que a altura não foi afetada devido à omissão dos micronutrientes no período de 30 e 60 dias. Desta forma, este tempo de avaliação não foi suficiente para interferir no crescimento dos cladódios. A omissão de zinco, cobalto e manganês afetaram a viabilidade dos tratamentos (Figura 4).



Fonte: do autor (2023)

Figura 4. Plântulas de pitaya *Hylocereus undatus* submetidas ao tratamento de omissão de micronutrientes. **A** – Omissão de zinco. **B** – Omissão de cobalto. **C** – Omissão de manganês.

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido o experimento, a omissão dos nutrientes K, Mg, S, N e Ca causa menor número de brotações. Já a altura dos cladódios é prejudicada pela omissão de N e K. A omissão dos micronutrientes B, Fe, Cu, Co, Mn reduz o número de brotações. A altura dos cladódios não é influenciada pela omissão de micronutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. Adubação e nutrição de pitaya: como realizar?. *Revista Campo e Negócios*, Uberlândia, 2022. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/pitaia-nutricao-e-adubacao/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

ANDRADE, M.W, et al. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). *Ciências Agrotécnica*, vol. 24, pp. 174-180, 2000.

B.É.S. Albino, et al. Propagação in vitro de jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*): uma alternativa para programas de reflorestamento. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, vol. 13, n. 2, pp. 88-99, 2019. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/773/408>. Acesso em: 18 mai. 2023.

BARRUETO CID, L. P. Cultivo in vitro de plantas. Embrapa. 2010. 303 p.

BATISTA, M.F.M. et al. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). *Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal*, vol. 25, n. 2, pp. 315-318, 2003. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000200033>> Acesso em: 13 mai. 2023.

BATISTA, M. M. F., et al. Deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). *Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal*, vol. 25, n. 2, pp. 315-318, 2003. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbf/a/36MNLVtSz34q7BHncgjJTsk/> Acesso em: 13 jun. 2022.

CAJAZEIRA, P.J. et al. Growth and gas exchange in white pitaya under different concentrations of potassium and calcium. *Revista Ciência Agronômica, Fortaleza*, vol. 49, n. 1, pp. 112-121, 2018. Disponível em < <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180013>>. Acesso em: 13 mai. 2023.

CALDAS, L.S, et al. Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas. 1 ed. Brasília: *Embrapa*, vol. 1, pp. 87-132, 1998.

CAVALCANTE, Í. H. L. *Pitaya: propagação e crescimento de plantas*. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008. 94f. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/105225>>. Acesso em: 13 mai. 2023.

CORRÊA, M. C. M, et al. Crescimento inicial de pitaya em função de combinações de doses de fósforo-zinco. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal*, vol. 36, n. 1, pp. 261-270, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/p7yHQnWFjDvv4dHTszCCdGq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2023.

DONADIO, L.C. Pitaya. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 31, n. 3, 2009.

EMATER. *Cultivo de pitaya promete bons resultados para casal de produtores que migraram do meio urbano*. Emater Minas Gerais. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/sitenoticias/cultivo-de-pitaya-promete-bons-resultados-para-casal-de-produtores-que-migraram-do-meio-urbano/?flagweb=novosite_pagina_interna_noticia&id=26341. Acesso em: 7 jun. 2022.

EPAGRI. *Santa Catarina colhe mil toneladas de pitaia na safra 2020/2021*. Epagri. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/05/26/santa-catarina-colhe-mil-toneladas-de-pitaia-na-safra-2020-2021/> Acesso em: 6 jun. 2022.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (ed.). *Propagação de plantas frutíferas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Espécies, variedades e cultivares. In: SANTOS, D.N.; PIO, L.A.S.; FALEIRO,

FERNANDES, D.R. *et al.* Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. *Acta Scientiarum*, vol. 40, pp. 3-19, 2018.

F.G. *Pitaya: uma alternativa frutifera*. Brasília: ProImpress, pp. 17-46, 2022. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 14 jun. 2022.

INTA. Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuária. *Guía tecnológica del cultivo de la pitahaya*. San Marcos: INTA, p. 2, 5 e 7, 2002.

LIMA, D.L. *et al.* Growth and nutrient accumulation in the aerial part of red pitaya (*Hylocereus* sp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 41, n. 5, pp. 2, 2019.

LIMA, D. *et al.* Initial growth and nutrient accumulation in pitaya plants at different phenological stages. *Revista Caatinga*, vol. 34, n. 3, pp. 720-727, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n324rc>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 6ª edição. Londres: Academic Press, 2005.

MERTEN, S. A Review of *Hylocereus* production in the United States. *Journal of the Professional Association For Cactus Development*, pp. 98-105, 2003.

MURASHIGE, T, SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, vol. 15, pp. 473-497, 1962.

SANTOS, D.N. *et al.* Sistema de Produção da Pitaya. In: SANTOS, D.N.; PIO, L.A.S. PIO, Leila; FALEIRO F.G. *Pitaya: uma alternativa frutífera*. Brasília: ProImpress, pp. 17-46, 2022. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. *Cerne, Lavras*, vol. 8, n. 2, pp. 108-117, 2002. Acesso em 06/06/2023

URBANO. *Emater Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/cultivo-de-pitaya-promete-bons-resultados-para-casal-de-produtores-que-migraram-do-meio-urbano/?agweb=novosite_pagina_interna_noticia&id=26341. Acesso em: 7 jun. 2022.