

Curva de absorção de nutrientes em jambu (*spilanthus oleracea* L.), cultivado em sistema hidropônico

O jambu é uma hortaliça folhosa que vem ganhando o mercado nacional e internacional, muito atrelado aos seus princípios ativos, com isso, vem aumentando a diversificação da sua produção, como por exemplo, em sistema hidropônico. Objetivou-se com essa pesquisa analisar a curva de absorção de nutrientes em plantas de jambu, cultivadas em sistema hidropônico. Os experimentos foram conduzidos no sítio da empresa B&A Hidroponia em sistema de cultivo hidropônico NFT em ambiente protegido. Os tratamentos consistiram em 06 coletas com 03 repetições cada, realizadas em um intervalo de 05 em 05 dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (seis coletas) e três repetições. A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta de jambu foi: nitrogênio > potássio > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre, e de micronutrientes: sódio > alumínio > ferro > boro > manganês > zinco > cobre, com período de maior crescimento e demanda de nutrientes de 39^a a 54^a dias após a semeadura. O teor de clorofila está interligado a absorção dos nutrientes pelas plantas de jambu. Desta forma a solução nutritiva utilizada se mostrou inadequada para a cultura nesse sistema, o que acarreta em perdas de produtividade entre as janelas de produção, e impedindo que a cultura atenda seu máximo potencial produtivo, e consequentemente maiores retornos financeiros. Desta forma é necessária uma formulação da solução nutritiva específica para a planta de jambu cultivada em sistema hidropônico.

Palavras-chave: Exportação de nutrientes; Hidroponia; Planta medicinal; Teor de nutrientes.

Nutrient absorption curve in jambu (*spilanthus oleracea* L.), cultivated in hydroponic system

Jambu is a leafy vegetable that has been winning the national and international market, closely linked to its active ingredients, thus increasing the diversification of its production, for example, in hydroponic system. The objective of this research was to analyze the nutrient absorption curve in jambu plants, grown in a hydroponic system. The experiments were carried out at the B&A Hidroponia company in a NFT hydroponic cultivation system in a protected environment. The treatments consisted of 06 collections with 03 repetitions each, performed at an interval of 05 in 05 days. The experimental design used was completely randomized with six treatments (six collections) and three replications. The decreasing order of the macronutrients accumulated by the jambu plant was: nitrogen > potassium > calcium > phosphorus > magnesium > sulfur, and micronutrients: sodium > aluminum > iron > boron > manganese > zinc > copper, with a period of greatest growth and demand for nutrients from 39 to 54 days after sowing. The chlorophyll content is linked to the absorption of nutrients by jambu plants. Thus, the nutrient solution used proved to be inadequate for the culture in this system, which leads to losses in productivity between the production windows, and preventing the culture from meeting its maximum productive potential, and consequently greater financial returns. Thus, it is necessary to formulate a specific nutrient solution for the jambu plant grown in a hydroponic system.

Keywords: Nutrients exportation; Hydroponics; Medicinal plants; Nutrient content.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**


Received: **21/04/2021**

Approved: **22/05/2021**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Jayne Martins Araújo 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6145055214405992>
<http://orcid.org/0000-0002-4165-2238>
jayner.lelesmartins@gmail.com


Hudson Pierre da Silva Cunha 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://orcid.org/0000-0002-1985-8045>
hudsonpierreesc@gmail.com

Luana Kesley Nascimento Casais 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8075409193627849>
<http://orcid.org/0000-0001-7197-5524>
luana.casais@gmail.com

Rhaiana Oliveira de Aviz 
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2715037307668915>
<http://orcid.org/0000-0002-4462-4339>
rhaianaoliveiradeaviz@gmail.com

Franciely da Silva Ponce 
Universidade Estadual Paulista, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0732021014048088>
<http://orcid.org/0000-0002-3894-1506>
francyponce@hotmail.com

Kelly de Nazaré Maia Nunes 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3896224482356725>
<http://orcid.org/0000-0002-5036-7308>
kelly_mnunes@hotmail.com

Leonardo Amaral Araújo 
Universidade do Estado do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0932622516520430>
<http://orcid.org/0000-0001-6407-076X>
leodpara@gmail.com

Luciana da Silva Borges 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4533722536181534>
<http://orcid.org/0000-0002-1194-6411>
lciana_borges@ufrpa.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0044

Referencing this:

ARAÚJO, J. M.; CUNHA, H. P. S.; CASAIS, L. K. N.; AVIZ, R. O.; PONCE, F. S.; NUNES, K. N. M.; ARAÚJO, L. A.; BORGES, L. S.. Curva de absorção de nutrientes em jambu (*spilanthus oleracea* L.), cultivado em sistema hidropônico. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.5, p.553-564, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0044>

INTRODUÇÃO

O jambu (*Spilanthus oleracea* L.) é uma hortaliça de largo consumo na região Norte do Brasil. Além de fazer parte de pratos típicos e recentemente em medicamentos naturais, pelas suas propriedades químicas, dentre as quais, o espilantol, trans-cariofileno, e germacreno D (BORGES et al., 2012). Borges et al. (2015) constaram que as plantas de jambu possuem teores de flavonoides e vitamina C. Segundo Borges et al. (2019), essa alta concentração no teor de antioxidante, tem despertando o interesse de empresas de cosméticos. Outra forma de utilização é nos restaurantes de comidas exóticas utilizando a inflorescência de jambu (BORGES et al., 2019). Apesar dessas novidades, a hortaliça continua invisível nas estatísticas de produção e de mercado (BORGES, et al., 2014).

O consumo de hortaliças folhosas tem sido crescente, principalmente devido à preocupação de inserir na alimentação produtos ricos em nutrientes, visando uma dieta saudável. Segundo Borges et al. (2020) pesquisas sobre a planta de jambu, vem crescendo visando informações sobre suas ações benéficas a saúde. Com isso, vem crescendo o apreço pelo jambu, para continuar o seu fornecimento em todo ano, é, que o cultivo em sistema hidropônico vem ganhando espaço, e crescendo a cada ano (MARTINS et al., 2009; HOMMA et al., 2011).

O cultivo hidropônico proporciona vantagens para o consumidor, para o produtor e para o ambiente, com a obtenção de produtos de alta qualidade, com ciclo curto, maior produtividade, menor gastos de insumos agrícolas (PAULUS et al., 2012). Alguns fatores vêm contribuindo para a consolidação do cultivo em sistema hidropônico, no entanto, faz-se necessidade de avanços de estudos sobre a solução nutritiva para isso é fundamental um estudo sobre marcha de absorção de nutrientes.

Para Echer et al. (2009) e Paula et al. (2011), a absorção de grandes quantidades de nutrientes em curtos períodos de tempo caracteriza a elevada exigência nutricional das hortaliças, como exemplo, a planta de jambu. Para isso é importante o estudo sobre absorção de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta. Esse estudo irá proporcionar um melhor manejo da adubação nas plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico. Para isso, faz-se a necessidade de conhecimento da curva de acúmulo de nutrientes.

A utilização de curvas de acúmulo de nutrientes como um parâmetro para a recomendação de adubação é uma boa indicação da necessidade de nutrientes em cada etapa do desenvolvimento da planta, (GRANGEIRO et al., 2006). Na literatura ainda não há uma sugestão de formulação de solução nutritiva para o cultivo do jambu. Visando a contribuição de conhecimento para produção de jambu em sistema hidropônico. Objetivou-se com essa pesquisa analisar a curva de absorção de nutrientes em plantas de jambu, cultivadas em sistema hidropônico.

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido na propriedade da empresa B&A Hidroponia, em Sistema Hidropônico NFT (*Nutrient Film Technique*). O sítio está localizado no Condomínio Rural do município de Paragominas, no estado do Pará, a cerca de 8,5 Km de distância do centro da cidade, (latitude 3°00'16" sul,

longitude 47°24'45" oeste, altitude de 132m).

A parte estrutural do cultivo consiste em estufa construída em ferro e madeira, cobertas e com as laterais completamente fechadas. Uma casa de motor-bomba, onde ficam os recipientes com a solução nutritiva, estruturas de bombeamento e controle. A temperatura média dentro das estufas gira em torno dos 30°C, e o pH da solução fica em torno de 5 a 7. As bancadas são compostas por canos de polietileno específicos para hidroponia, com uma declividade de 8%, para que a solução retorne ao reservatório pela força da gravidade. O sistema é gerenciado por timer que mantém a circulação da solução durante 05 minutos ligado alternando com 10 minutos desligado durante o dia, e 10 minutos ligado a cada 03 horas durante a noite.

A semeadura foi realizada em esponja fenólica umedecida com água para posteriormente receber as sementes que foram distribuídas nas células individuais com o auxílio de uma semeadora manual específica. A bandeja foi conduzida para uma estrutura fechada, que auxiliou na germinação e no pré-crescimento, durante dois dias, em seguida foram transferidas para o berçário para plena formação das mudas. Aos 24 dias após a semeadura foi realizado o transplante das mudas de jambu para os perfis, conduzido manualmente, separando cada célula da esponja fenólica com as mudas e transplantadas para os espaços entre as calhas.

A solução nutritiva utilizada no sistema teve a fonte principal de macronutrientes o fertilizante Dripsol Alface, que contém 8% de nitrogênio (N), 9% de fósforo (P2O5), 37% de potássio (K2O), 1% de magnésio (Mg), 0,03 % de boro (B), 0,2% de ferro (Fe), 1 %de Enxofre (S), 350 de Solubilidade (g/L em H2O a 20 °C), e 105 de Índice salino. A fonte de micronutrientes do preparo da solução foi obtida através do fertilizante Conmicros Light que contém os micronutrientes Cu, Mn e Zn na forma de quelatos com EDTA, e B e Mo na forma de sais inorgânicos, e não contém Fe. O ferro foi inserido através do fertilizante Kelamylth MP6, produto em pó a base de ferro (6%) quelatado por EDDHA, e o cálcio através do nitrato de cálcio Calcinit, que possui em sua composição 19% de Ca e 15,5% de N. A solução nutritiva foi preparada utilizando-se 650 g/1000L de Dripsol Alface, 650 g/1000L de Calcinit, 20 g/1000L de Kelamylth MP6 e 10 g/1000L. Foi realizada a renovação completa da solução de 20 em 20 dias.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos (seis coletas) e três repetições. No total foram realizadas 06 coletas intervaladas entre 05 em 05 dias, onde nelas eram realizadas em campo através do aparelho ClorofiLOG as medições do teor de clorofila presentes nas folhas. Medido em Índice de Clorofila Falker (ICF). Logo após as plantas eram colhidas, acondicionadas em saco plástico e levadas para o laboratório da Universidade Federal Rural da Amazônia – campus de Paragominas, para serem realizadas as próximas análises. Em seguida foi feita a lavagem das plantas, onde foram acondicionadas em sacos de papel Kraft identificadas com os respectivos tratamentos e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar (60°C) por 48 horas, até peso constante.

Em seguida encaminhado para o IBRA – Instituto Brasileiro de Análises (São Paulo), onde procederam as análises dos teores de nitrogênio (N), potássio (K), Fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), sódio (NA) e alumínio (Al) no tecido

foliar, através de metodologia ESALQ/USP. Após os resultados foram realizados os cálculos de acúmulo. Acúmulo de nutrientes na parte aérea (g Kg^{-1} para macronutrientes e mg Kg^{-1} para micronutrientes) foi obtido pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa de material seca, expressando-se os resultados dos macronutrientes em mg/planta^{-1} e dos micronutrientes em $\mu\text{g/planta}^{-1}$.

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com teste F. Quando houve significância para o fator coleta foi feita análise de regressão (1%) para a comparação de médias. Todas as análises realizadas foram feitas pelo do programa “software” SISVAR (FERREIRA, 2011), e os gráficos pelo Office Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na Figura 1, o acúmulo de N nas plantas de jambu, que se apresentou de maneira crescente no decorrer do ciclo, principalmente a partir do 44 dia, onde o teor mais que dobrou, indicando uma maior exigência da cultura por esse nutriente a partir dessa fase, chegando a $579,25 \text{ mg/planta}^{-1}$ aos 54 dias.

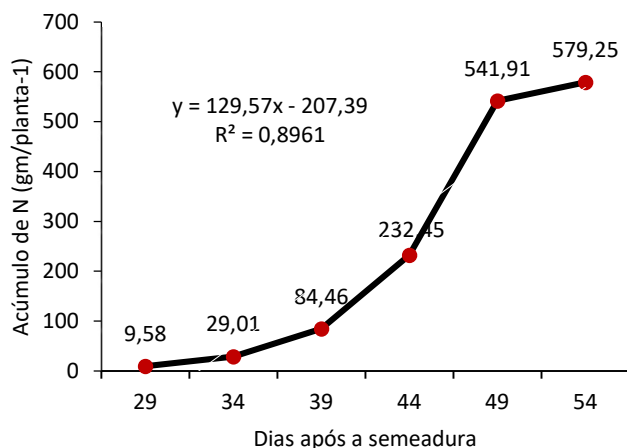


Figura 1: Acúmulo de nitrogênio em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

Borges et al. (2013), apresentaram em seus resultados um acúmulo de N nas folhas de jambu cultivado em canteiro de $612,94 \text{ mg planta}^{-1}$ de N, com ureia. O resultado se assemelha ao obtido nessa, o que indica que planta poderia responder a um aumento desse nutriente na solução nutritiva, e assim demonstra a sua grande necessidade no decorrer de todo o ciclo para um bom desenvolvimento da cultura. Segundo Borges et al. (2013b), explanam que a adubação mineral com ureia favorece um maior acúmulo de N nas folhas e inflorescência nas plantas de jambu. Borges et al. (2016), constaram alta concentração de que do teor de nitrogênio orgânico total nas folhas e flores de jambu. Para Rodrigues et al. (2014) ocorre uma relação do aumento da massa fresca à medida que se aumenta a adubação com nitrogênio em plantas de jambu.

O teor de P absorvido pelas plantas de jambu se mostrou crescente no decorrer do ciclo, onde houve um aumento a partir 44 dias, o que indica uma possível estabilização na absorção de P no fim do ciclo (Figura 2), ou a inibição da absorção de P, pela planta em função da alta absorção de Al (Figura 13). A maior absorção foi de $57,54 \text{ mg/planta}^{-1}$ aos 54 dias. Borges et al. (2013), relataram um acúmulo de P nas

folhas de jambu de $72,15\text{mg planta}^{-1}$, resultados acima do encontrado nessa pesquisa. Segundo Carmona, Costa e Cecílio Filho (2015), a necessidade de P normalmente é menor em comparação ao N, é comum observar um retardamento nos sintomas de deficiência de P nas plantas.

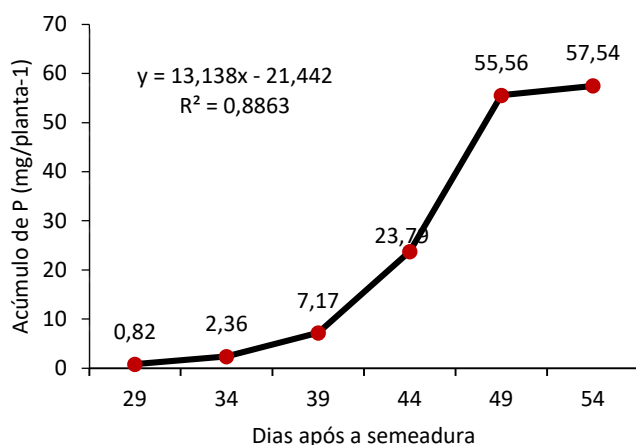


Figura 2: Acúmulo de fósforo em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

A curva de absorção de K demonstra que no final do ciclo o acúmulo de K aumentam, mostrando claramente uma grande necessidade da cultura do jambu hidropônico por potássio durante o seu ciclo, acumulando ao fim o ciclo $468,51\text{ mg planta}^{-1}$ aos 54 dias após a sementeira (Figura 3). Borges et al. (2013) obtiveram o acúmulo de K nas folhas de jambu de $806,71\text{mg planta}^{-1}$, valores bem acima do encontrados nesse trabalho. Essa diferença, provavelmente está relacionado ao sistema de cultivo e manejo nas diferenças pesquisas.

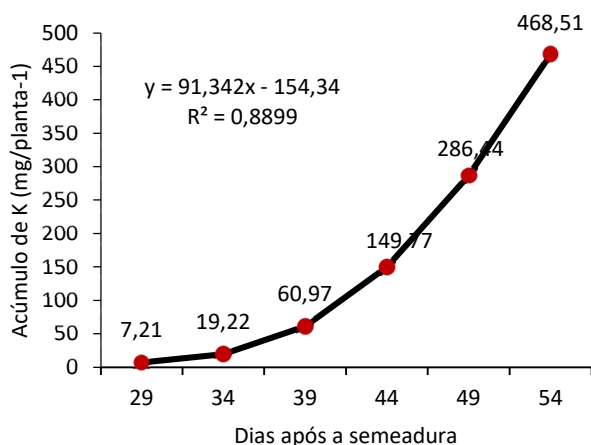


Figura 3: Acúmulo de potássio em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

Os acúmulos de Ca foram crescentes conforme o desenvolvimento da cultura, ocorrendo um maior acúmulo de cálcio ($58,16$ a $164,7\text{ mg planta}^{-1}$) entre os 44 e 49 dias após a sementeira (Figura 4), que também é quando absorção apresenta o pico de absorção, e logo após a sua redução no aos 54 dias para $160,54\text{ mg planta}^{-1}$. Com isso, podemos inferir uma grande necessidade de cálcio pela cultura do jambu no seu período vegetativo e reprodutivo. Borges et al. (2013) observaram maior acúmulo de Ca nas folhas em relação às inflorescências de jambu.

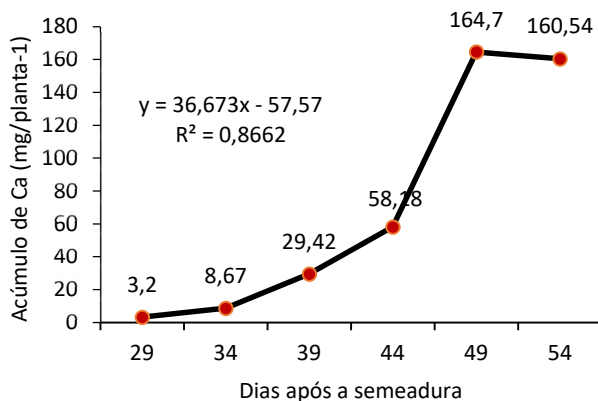


Figura 4: Acúmulo de cálcio em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico

Observa-se na Figura 5, que inicialmente, a absorção de Mg é lenta, dada a sua função na planta de ativador enzimático de processos vitais durante o ciclo como a fotossíntese e a respiração, aumentando sua absorção ao longo do ciclo. Após o 39º dia, nota-se uma maior demanda da cultura do jambu por esse nutriente, sendo que aos 49 dias, ocorre uma maior absorção, mostrando uma maior necessidade desse nutriente a partir dessa fase do ciclo. Para Carmona et al. (2015), os sintomas de deficiência de Mg costumam ser observados nas folhas mais velhas da planta, na forma de clorose entre as nervuras, ocasionada devido ao acúmulo de formas reativas de oxigênio nas células.

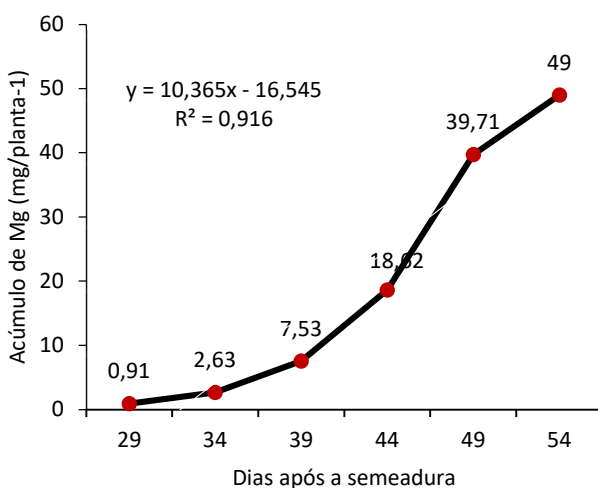


Figura 5: Acúmulo de magnésio em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

O acúmulo de S absorvido (Figura 6) pelas plantas de jambu mostrou-se crescente no decorrer do ciclo, a partir 39º dia, a sua demanda aumenta significativamente, não atingindo um pico máximo, chegando a 31,18 mg/planta⁻¹ aos 54 dias o que demonstra que a cultura ainda responderia a doses mais elevadas desse nutriente. Borges et al. (2013) obtiveram valores de 57,97 mg/planta⁻¹ de S em plantas de jambu. Valores acima do encontrado nessa pesquisa.

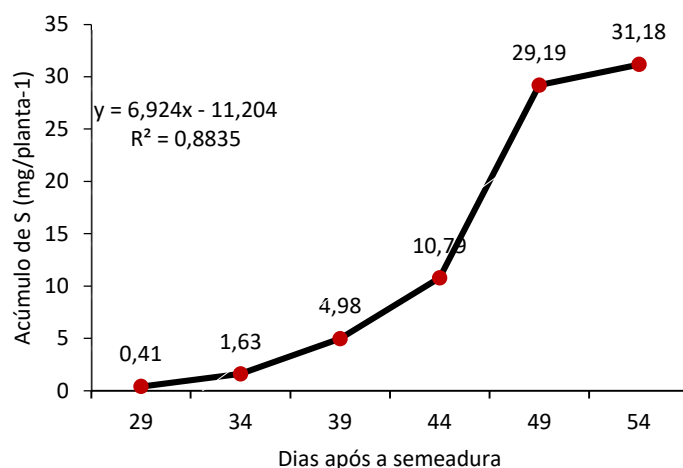


Figura 6: Acúmulo de enxofre em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico

Para Gigolashvili et al. (2014) o enxofre é um elemento estrutural, que contribuirá para formação da proteína, como também está relacionado aos complexos enzimáticos. Essa concentração de enxofre nas folhas de jambu, provavelmente é em virtude proteínas nos cloroplastos, pois segundo Hawkesford et al. (2012) a um alto índice de proteína nos cloroplastos nas folhas das plantas e consequentemente maiores índices de enxofre orgânico. Provavelmente se fosse ofertado uma maior quantidade de S na solução nutritiva, as plantas de jambu seriam mais responsivas em desenvolvimento.

A extrema importância do boro durante a fase reprodutiva que se dá a partir do 44º dia justifica a grande exigência nutricional atribuída a B pela curva de absorção observada na Figura 7, onde nota-se um grande aumento na demanda desse elemento pelo jambu. As plantas de jambu, cultivadas no sistema hidropônico apresentaram o acúmulo de 2.066,36 $\mu\text{g/planta}^{-1}$, aos 54 dias após a semeadura. Borges et al. (2013), obtiveram o acúmulo de boro no valor de 1.148,52 $\mu\text{g/planta}^{-1}$ em plantas de jambu cultivadas com adubação orgânica, valor esse abaixo dos encontrados nesse trabalho. Segundo Wimmer et al. (2013) o boro está relacionado à má formação de tecidos vasculares, acarretando distúrbios hídricos em toda a planta, afetando a absorção, translocação e perda de água pelo vegetal.

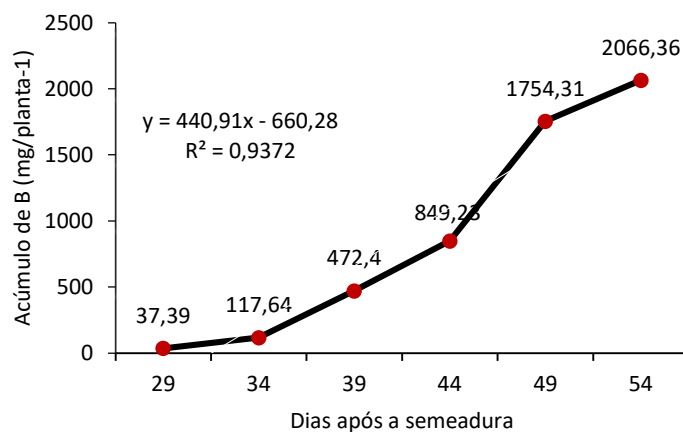


Figura 7: Acúmulo de boro em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

Conforme a Figura 8, a absorção inicial de cobre se mostra lenta, contudo, a partir do dia 44 os

níveis se elevam atingindo o índice de $58,9 \mu\text{g/planta}^{-1}$, e ao 49º dia atinge o seu pico de absorção de $152,58 \mu\text{g/planta}^{-1}$. Provavelmente essa demanda crescente de Cu nas plantas de jambu, esteja relacionada ao fato de o nutriente atuar na fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos e na reprodução vegetal (YRUELA, 2005; MATTOS JÚNIOR et al., 2010).

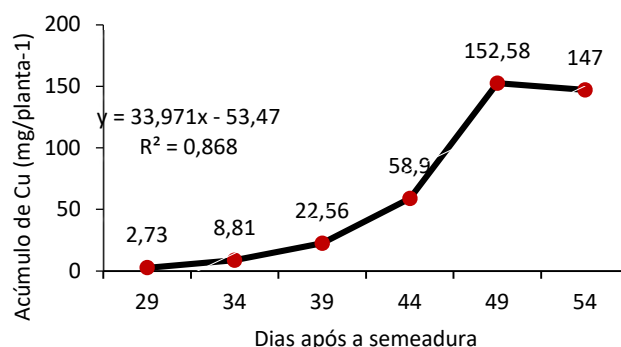


Figura 8: Acúmulo de cobre em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

Observa-se na Figura 9, o acúmulo de Fe nas plantas de jambu apresentando acúmulo crescente no decorrer do ciclo, sendo de $2.391,21 \mu\text{g/planta}^{-1}$ aos 54 dias. Nota-se também o aumento significativo de Fe acumulado entre os dias 44 e 49, indicando uma extrema necessidade da cultura por esse nutriente nessa fase do ciclo. Borges et al. (2013), obtiveram valores entre $6.403,47$ a $1.2000,38 \mu\text{g/planta}^{-1}$, em plantas de jambu. Valores diferentes dos encontrados nessa pesquisa. Logo as plantas de jambu têm uma necessidade maior de absorção de nutrientes em sistema hidropônico, o que podemos inferir que a solução nutritiva precisa ser formulada com uma maior concentração de Fe.

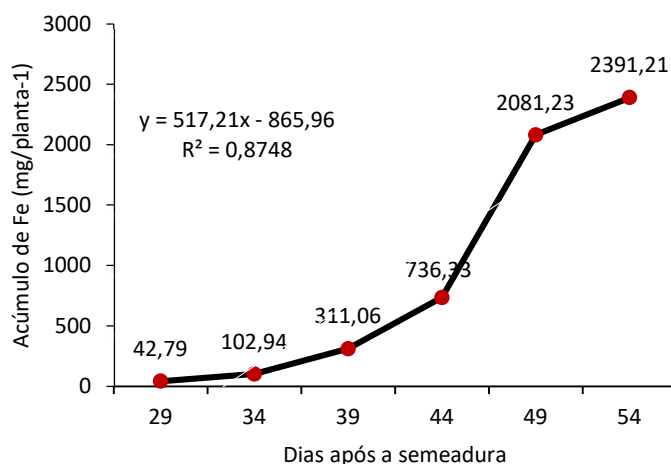


Figura 9: Acúmulo de ferro em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

Os valores de absorção de Mn pelas plantas de jambu foram crescentes ao longo do ciclo, chegando a $955,43 \mu\text{g/planta}^{-1}$, 54 dias após a semeadura, não podendo verificar o pico de absorção desse nutriente, desta forma fica evidenciado a necessidade desse nutriente pelas plantas de jambu hidropônicas (Figura 10). Segundo Borges et al. (2013), as plantas de jambu são responsivas à adubação mineral para a translocação de manganês (Mn), tanto para a folha como para as inflorescências.

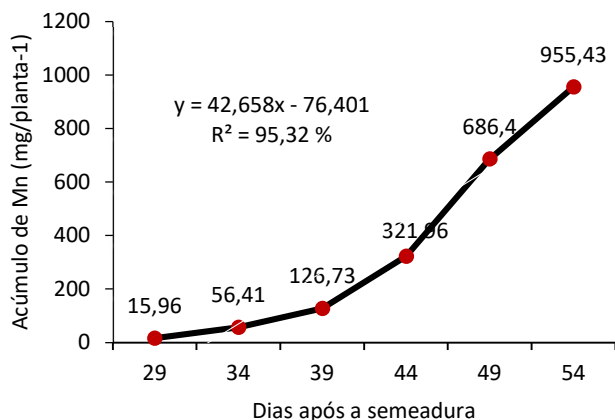


Figura 10: Acúmulo de manganês em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

Como se pode observar na Figura 11, o teor de acúmulo de Zn nas plantas de jambu apresentou-se de maneira crescente no decorrer do ciclo, atingindo o seu pico de absorção de 685,1 $\mu\text{g/planta}^{-1}$ em 49 dias e após decaindo para 645,13 $\mu\text{g/planta}^{-1}$ aos 54 dias. Borges et al. (2013) observaram o acúmulo de zinco nas folhas de jambu de 350,19 a 369,35 $\mu\text{g/planta}^{-1}$. Valores esses bem abaixo dos encontrados nessa pesquisa. Provavelmente isso, esteja relacionado na forma de manejo das adubações utilizadas nas diferentes pesquisas.

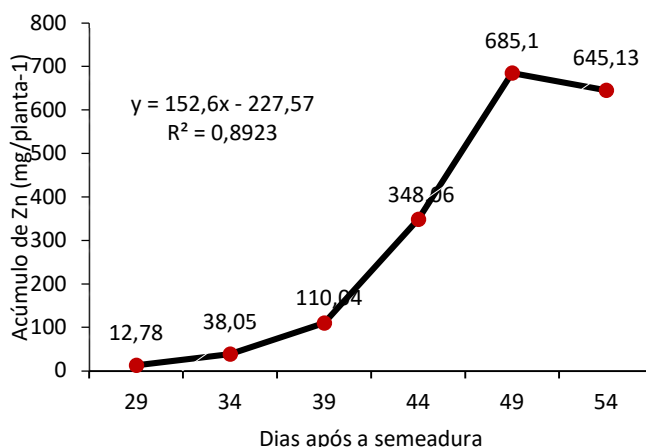


Figura 11: Acúmulo de zinco em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico.

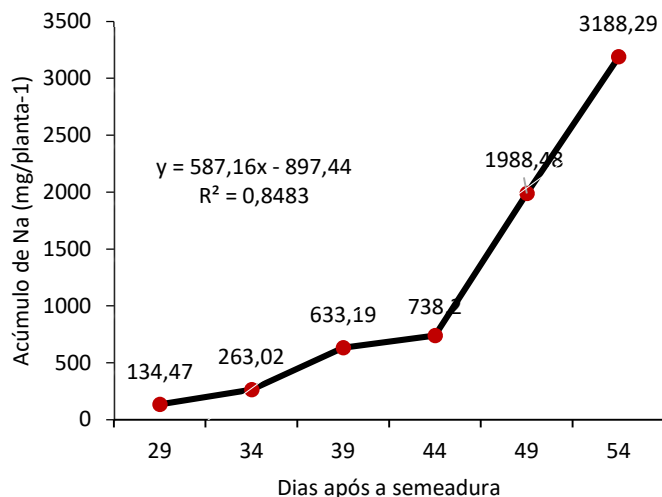


Figura 12: Acúmulo de sódio em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico

Observar-se na Figura 12, a partir do 44º dia, ocorre um acréscimo de sódio (Na) acumulado nas folhas das plantas de jambu em sistema hidropônico, principalmente na fase vegetativa e reprodutiva das plantas de jambu. Os valores de sódio acumulados foram de 3.188,29 $\mu\text{g/planta}^{-1}$ aos 54 dias após a semeadura. Para Daflon et al. (2014) o manejo nutricional adequado durante o ciclo da cultura afetará tanto a produção quanto a qualidade do produto. Diante disso, podemos concluir que a solução nutritiva para as plantas de jambu precisa ser formulada especificamente para essa planta.

Os níveis acumulados de alumínio (Al) nas plantas de jambu apresentam um crescimento aos 34 dias do ciclo, obtendo o valor de 2.756,75 $\mu\text{g/planta}^{-1}$ aos 54 dias após a semeadura (Figura 13). Provavelmente essa alta concentração de Al, influenciou na absorção de P nas plantas de jambu (Figura 2), pois esse nutriente reduz a disponibilidade e absorção de P pelas plantas.

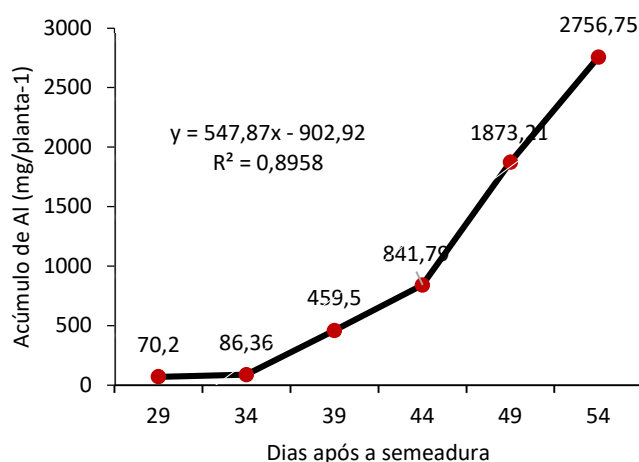


Figura 13: Acúmulo de alumínio em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico

Os teores de clorofila A e B observados apresentaram uma curva de crescimento no decorrer do ciclo, sendo o maior teor obtido aos 54 dias, após a semeadura (Figura 14). O teor de clorofila tem uma relação com a síntese proteica e os nutrientes como, por exemplo, o ferro, pois esse nutriente está ligado às várias ações enzimáticas. Verifica-se na figura 9 que a planta de jambu absorveu maior quantidade de ferro aos 49 dias até aos 54 dias após a semeadura, nesse mesmo período ocorreu maior teor de clorofila nas plantas de jambu, Figura 14.

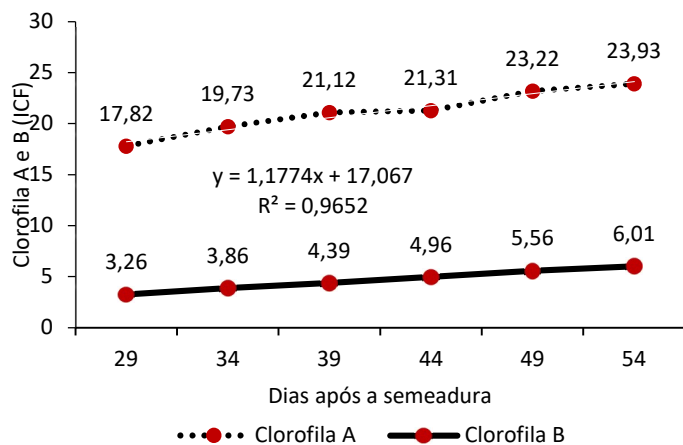


Figura 14: Teores médios de clorofila A e B obtidos em plantas de jambu cultivadas em sistema hidropônico no decorrer dos dias do ciclo.

Logo podemos inferir que o teor de clorofila e a absorção de Fe, estavam diretamente interligados. E que o produtor ao formular a solução nutritiva para as plantas de jambu, deve ficar atento ao período de maior absorção do Fe, para não desperdiçar adubo e dessa forma a planta conseguir síntese maiores de teores de clorofila. Ao realizar a curva de absorção dos nutrientes nas plantas de jambu, constatou-se que a ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta de jambu foi: nitrogênio > potássio > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre, e de micronutrientes: sódio > alumínio > ferro > boro > manganês > zinco > cobre, com período de maior crescimento e demanda de nutrientes de 39º a 54º dia após a semeadura.

Segundo Freitas et al. (2011) estudos de marcha de absorção, podem contribuir para programas de adubação mais eficientes e, conseqüentemente, para maiores produtividades da cultura. Desta forma podemos inferir que as plantas de jambu em sistema hidropônico, necessitam de uma formulação específica para apresentar o máximo potencial produtivo, e conseqüentemente, maiores retornos financeiros. Pois a solução nutritiva utilizada se mostrou inadequada para o cultivo de jambu, o que acarreta em perdas de produtividade entre as janelas de produção.

CONCLUSÕES

A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta de jambu foi: nitrogênio > potássio > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre, e de micronutrientes: sódio > alumínio > ferro > boro > manganês > zinco > cobre, com período de maior crescimento e demanda de nutrientes de 39º a 54º dias após a semeadura. O teor de clorofila está interligado a absorção dos nutrientes pelas plantas de jambu. Desta forma a solução nutritiva utilizada se mostrou inadequada para a cultura nesse sistema, o que acarreta em perdas de produtividade entre as janelas de produção, e impedindo que a cultura atenda seu máximo potencial produtivo, e conseqüentemente, maiores retornos financeiros. Desta forma é necessária uma formulação da solução nutritiva específica para a planta de jambu cultivada em sistema hidropônico.

REFERÊNCIAS

BORGES, L. S.; VIANELLO, F.; MARQUES, M. O. M.; LIMA, G. P. P.. Influence of Organic and Mineral Soil Fertilization and Essential Oil of *Spilanthes oleracea*. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, n. 3, p. 135-142, 2012.

BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P.. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.1, p.83-94, 2013.

BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P.. Exportação de nutrientes em plantas de jambu, sob diferentes adubações. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.1, p.107-116, 2013.

BORGES, L. S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P.. Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1768-1778, 2014.

BORGES, L. S.; GOTO, R.; NUNES, K. N. M.; VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P.. Concentração das atividades antioxidantes em plantas de jambu, cultivadas sob adubação orgânica e mineral. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.22, p.788-801, 2015.

BORGES, L. S.; VIEIRA, M. C. S.; VIANELLO, F.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P.. Antioxidant compounds of organically and conventionally fertilized jambu (*Acmella oleracea*). **Biological Agriculture and Horticulture**, v.32, n.3, p.149-158, 2016.

BORGES, L. S.; AVIZ, R. O.; CASAIS, L. K. N.; VASCONCELOS, E. S.. Jambu-Hortaliça Amazônica tem demanda garantida. **Campo & Negócios-HF**, v.165, p.26-27, 2019.

BORGES, L. S.; AVIZ, R. O.; CASAIS, L. K. N.; VASCONCELOS, E. S.. Jambu - Hortaliça amazônica atrai por seus benefícios. **Revista Campo & Negócios HF**, v.1, p.1-3, 2019.

BORGES, L. S.; NUNES, K. N. M.; MARQUES, E. S. B.; SOUZA,

M. E.; MARQUES, V. V. B.. Mitos e verdades sobre a planta jambu (*Spilanthes oleracea* L.) no tratamento da covid -19 e suas propriedades bioativas. In: SANTOS, C. A.. **Pesquisa e Inovação em Horticultura**. Maringá: Uniedusul, 2020, p.40-51.

CARMONA, V. V.; COSTA, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.. Symptoms of nutrient deficiencies on cucumbers. **International Journal of Plants & Soil Science**, v.8, n.6, p.1-11, 2015.

DAFLON, D. G.; FREITAS, M. S. M.; CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H.; PRINS, C. L.. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em coentro. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p.28-34, 2014.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E.. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, p.176-182, 2009.

FERREIRA, D. F.. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FREITAS, N. P.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; TORRES, M. H.; AROUCA, M. B.. Marcha de absorção de nutrientes e crescimento de mudas de caramboleira enxertada com a cultivar nota-10. **Revista Semina**, v.32, n.4, p.1231-1242, 2011.

GRANGEIRO L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S. L.. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.190-194, 2006.

GIGOLASHVILI, T.; KOPRIVA, S.. Transporters in plant sulfur metabolism. **Frontiers in plant Science**, v.5, p.442, 2014.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; SKRUMSAGER MØLLER, I.; WHITE, P..

Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, P.. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Elsevier, 2012.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, S. A.. Etnocultivo do jambu para Abastecimento da cidade de Belém. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.6, n.12, p.12, 2011.

MARTINS, C. M.; MEDEIROS, J. F.; LOPES, W. A. R.; BRAGA, D. F.; AMORIM, L. B.. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.123-128, 2009.

MATTOS JÚNIOR, D.; RAMOS, U. M.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, P. R.. Nitrogênio e cobre na produção de mudas de citros em diferentes porta-enxertos. **Bragantia**, v.69, n.1, p.135-147, 2010.

RODRIGUES, D. S.; CAMARGO, M. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A.; CORREA, J. N.; VIDAL, T. C. M.. Influência da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) R.K. Jansen. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v.16, n.1, p.71-76, 2014.

PAULA, J. A. A.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, N. O.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, C. J. G. S.. Metodologia para determinação das necessidades nutricionais de melão e melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p.911-916, 2011.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A.. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p.110-117, 2012.

WIMMER, M. A.; EICHERT, T.. Review: mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. **Plant Science**, v.203, p.25-32, 2013.

YRUELA, I.. Copper in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.17, n.1, p.145-156, 2005.