

Teores de macro e micronutrientes em plantas de jambu cultivadas em ambiente protegido

A importância da quantificação dos nutrientes acumulados nas plantas se dá para avaliar a real necessidade da planta realizando as recomendações de adubação de maneira adequada. Com o objetivo de avaliar os teores de macro e micronutrientes na cultura do jambu cultivado em ambiente protegido, bem como quantificar sua necessidade em relação aos elementos ao longo do seu ciclo. Os experimentos foram conduzidos em ambiente protegido na área experimental de horticultura da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Paragominas/PA, no período de fevereiro a março de 2016. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizados. Para obtenção das amostras, inicialmente foi realizada a semeadura, em bandeja de polietileno expandido de 128 células contendo o substrato comercial Turfa fértil, em seguida as bandejas foram levadas para o viveiro, após 24 dias foi realizado o transplante manual das mudas de jambu ao qual foram utilizados 25 vasos de polietileno que foram totalmente preenchidos com substrato obtido de uma mistura de Latossolo Amarelo (50%) e areia preta (50%), ambos foram peneirados e incorporados junto à 50 g NPK (10-28-20). O jambu cultivado em ambiente protegido responde como as demais hortaliças em relação a níveis de exigência nutricional em folha demonstrando os teores em ordem decrescente de concentração: $K > N > Ca > Mg > P > S$, diferentemente da raiz onde foram encontrados na seguinte ordem: $K > Mg > N > Ca > P > S$. O nutriente encontrado em concentrações expressivamente maiores foi o K, atingindo o pico nos 24 DAT com as concentrações de 90 g/kg. Já os micronutrientes apresentaram-se diferentemente em relação aos níveis de exigência nutricional, apresentando na folha: $Fe > Na > B > Mn > Zn > Cu$, e na raiz $Fe > Na > Mn > B > Zn > Cu$. O Fe oscilou os valores dos teores de acúmulo, mas no geral mantém resultados maiores que 600 mg/kg.

Palavras-chave: Spilanthes oleracea L.; Exigência nutricional; Absorção; Macronutrientes; Boro.

Nutrient content in jambu plants cultivated in a protected environment in the municipality of Paragominas (PA)

The importance of quantifying the nutrients accumulated in plants is to assess the real need of the plant by carrying out the fertilization recommendations properly. With the objective of evaluating the levels of macro and micronutrients in the jambu culture cultivated in a protected environment, as well as quantifying their need in relation to the elements throughout its cycle. The experiments were carried out in a protected environment in the horticulture experimental area of the Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas/PA campus, from February to March 2016. A completely randomized design was used. To obtain the samples, the sowing was initially carried out in a tray of expanded polyethylene with 128 cells containing the commercial substrate Peat fertile, then the trays were taken to the nursery, after 24 days the manual transplant of the jambu seedlings was carried out to which 25 polyethylene pots were used, which were completely filled with substrate obtained from a mixture of Yellow Latosol (50%) and black sand (50%), both were sieved and incorporated together with 50 g NPK (10-28-20). Jambu grown in a protected environment responds like other vegetables in relation to levels of nutritional requirement in leaves, showing the contents in decreasing order of concentration: $K > N > Ca > Mg > P > S$, unlike the root where they were found in the following order: $K > Mg > N > Ca > P > S$. The nutrient found in significantly higher concentrations was K, reaching a peak at 24 DAT with concentrations of 90 g/kg. On the other hand, the micronutrients presented themselves differently in relation to the levels of nutritional requirement, presenting in the leaf: $Fe > Na > B > Mn > Zn > Cu$, and in the root $Fe > Na > Mn > B > Zn > Cu$. Fe fluctuated the values of accumulation levels, but in general it maintains results greater than 600 mg/kg.

Keywords: Spilanthes oleracea L.; Nutritional requirement; Absorption; Macronutrients; Boron.

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

Received: **05/03/2022**

Approved: **21/03/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Camila Borges de Lima Emerique 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0298244909036217>
<https://orcid.org/0000-0002-1750-2328>
camila95.emerique@gmail.com

Luana Cruz Lima 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7483628029596687>
<https://orcid.org/0000-0002-0364-2231>
luhliima04@hotmail.com

Andreza Sousa Carmo 
Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8688515180055231>
<https://orcid.org/0000-0002-2462-9175>
sousa.andreza08@gmail.com

Micheline Silva Santos Lima 
Universidade Estadual Paulista, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6818368804286499>
<https://orcid.org/0000-0002-5844-5833>
michelanesilva12@gmail.com

Felipe Souza Carvalho 
Universidade Estadual Paulista, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5633644416513036>
<https://orcid.org/0000-0002-2337-0261>
felipe.2011@live.com

Francieli da Silva Ponce 
Universidade Estadual Paulista, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0732021014048088>
<https://orcid.org/0000-0002-3894-1506>
francielyponce@gmail.com

Gustavo Antonio Ruffeil Alves 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1638279411609759>
<https://orcid.org/0000-0003-2802-2036>
gustavo.ruffeil@ufra.edu.br

Luciana da Silva Borges 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4533722536181534>
<https://orcid.org/0000-0002-1194-6411>
luagro06@yahoo.com.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0022

Referencing this:

EMERIQUE, C. B. L.; LIMA, L. C.; CARMO, A. S.; LIMA, M. S. S.; CARVALHO, F. S.; PONCE, F. S.; ALVES, G. A. R.; BORGES, L. S.. Teores de macro e micronutrientes em plantas de jambu cultivadas em ambiente protegido. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.3, p.273-283, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0022>

INTRODUÇÃO

Hortalças são vegetais que constituem um grupo diversificado que abrange mais de 100 espécies, nas quais são indispensáveis para uma dieta equilibrada e para o bom funcionamento do organismo humano, uma vez que diversas pesquisas comprovam que estas, são fontes de vitaminas, sais minerais, carboidratos, fibras e outras substâncias (LEÃO et al., 2019).

A produção de hortalças é uma atividade geralmente presente em pequenas propriedades familiares, seja para subsistência ou para comercialização em pequena escala. Contudo, o avanço de novas tecnologias na cadeia produtiva vem proporcionando cada vez mais a inserção das mesmas no cenário mundial do agronegócio (CARDOSO, 2016).

No Brasil, o cultivo de hortalças ocupa importante destaque no cenário do agronegócio e a grande maioria das propriedades é considerada de base familiar. O setor está se profissionalizando e, nas últimas três décadas a produção e a produtividade praticamente dobraram sem que houvesse relativo aumento de área (SOARES, 2017). Em 2016 foram colhidas cerca de 17,8 milhões de toneladas de hortalças no país, e 44 milhões de toneladas em 2017, com área plantada de cerca de 2 milhões de hectares, envolvendo cerca de 80 espécies¹.

De acordo com Montezano et al. (2006), a população descobre a cada dia os vários benefícios das hortalças para a saúde e isso tem alavancado seu consumo. Conseqüentemente, aumentando as exigências na qualidade, na oferta e responsabilidades dos produtores com relação ao teor de nutrientes em hortalças. No entanto, a maioria das pesquisas sobre o teor de nutrientes está relacionada às culturas responsáveis pelo maior volume de produção, ocasionando carência em estudos com outras culturas também relevantes para a horticultura, como o jambu, rúcula e rabanete.

O jambu (*Spilantes oleracea* L.) é uma planta nativa amazônica, comumente cultivada e consumida no Norte do Brasil, sobretudo no Pará, ocorrendo aumento na demanda e produção, em épocas como Círio de Nazaré. Faz parte do cardápio paraense, principalmente em pratos típicos como o pato no tucupi, arroz paraense, tacacá, lasanha, pizza, e das bebidas alcoólicas como cachaça e licor (SILVA, 2015).

O Jambu também é considerado um fitoterápico com diversos estudos que comprovam a presença de teores de flavonóides e vitamina C, despertando ultimamente interesse em várias empresas do setor farmacêutico e de cosméticos (BORGES et al., 2012). Para Borges et al. (2020a) pesquisas em relação a plantas de jambu vem crescendo, devido a necessidades de informações sobre suas ações benéficas a saúde. Apesar de sua grande importância ainda há escassez de informações técnicas acerca do seu cultivo, principalmente quanto suas exigências nutricionais (SAMPAIO et al., 2020), o que torna o processo de adubação quase que empírico.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a remoção dos nutrientes necessários para as recomendações econômicas de adubação. Porém existem enormes diferenças entre as espécies e as quantidades totais

¹ <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/18665-ibge-preve-safra-de-graos-9-2-menor-em-2018#:~:text=O%20segundo%20progn%C3%B3stico%20para%20a,abaixo%20da%20safra%20de%202017>

ordenadas por uma cultura se comparado a sua produtividade (MALAVOLTA et al., 1997).

A avaliação no teor de nutrientes é uma excelente ferramenta que visa maior possibilidade de atendimento as exigências de vários tipos de mercados e consumidores, otimizando a produção e consolidação das hortaliças no mercado interno e externo, o que possibilitará maior ganho para o agricultor e melhor qualidade para a saúde dos consumidores. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes e micronutrientes na cultura do jambu, cultivadas em ambiente protegido no município de Paragominas-Pa.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na área experimental de horticultura da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Paragominas, no período de fevereiro a março de 2016. O município de Paragominas está localizado na região sudeste do estado do Pará, aproximadamente entre as coordenadas de 02 0 25' e 040 09' S e 046 0 25' e 0480 54' W, o clima é tropical chuvoso com estação seca bem definida segundo a classificação Koppen, com temperatura média anual em torno de 25 a 27 °C e a precipitação média anual entre 2.250 mm e 2.500 mm; as chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano, sendo de dezembro/janeiro a maio/junho sua maior concentração, cerca de 80%. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80% (BASTOS et al., 2004).

Segundo Rodrigues et al. (2003) os tipos de solos predominantes da região são originados de rochas sedimentares, apresentam baixa fertilidade natural, porém boas propriedades físicas. O município tem como principal componente o Latossolo Amarelo com textura média a argilosa ou muito argilosa, que são profundos, dissaturados e bem drenados e podem ser encontrados em áreas com relevo plano a ondulados.

Para obtenção das amostras, inicialmente foi realizada a semeadura, em bandeja de polietileno expandido de 128 células contendo o substrato comercial Turfa fértil, após a semeadura as bandejas foram levadas para o viveiro, com dimensões 4 x 12 metros, com pé direito de 3 metros, coberto com sombrite 70% e colocadas em bancadas de madeira, cujas dimensões 60 x 220 cm, altura de 70 cm, e com suporte de arame galvanizado (com aberturas de 5 cm), possibilitando circulação de ar debaixo das bandejas. Foram utilizadas sementes da variedade jambuarana, que possui flores amarelo-claras e sementes esbranquiçadas, além de boas características fitossanitárias. A irrigação foi realizada de forma manual, utilizando regador, com capacidade de 5 litros, duas vezes ao dia.

O transplante manual das mudas de jambu foi realizado 24 dias após a semeadura, as mudas tinham de 4 a 6 folhas definitivas para isso foram utilizados 25 vasos de polietileno com capacidade de 4 dm³ (decímetro cúbico), que foram totalmente preenchidos com substrato obtido de uma mistura de Latossolo Amarelo (50%) e areia preta (50%), ambos foram peneirados e incorporados junto a 50 g NPK (10-28-20) e em cada vaso foram colocadas 3 mudas.

As mudas permaneceram em casa de vegetação com as seguintes dimensões: 12,5 m de comprimento, 6,27 m de largura e 5 m de pé direito, com as laterais abertas e coberta por plástico transparente (150 micra de espessura), os 25 vasos foram dispostos em uma bancada de madeira com as

dimensões: 3 m de comprimento e 1 m de largura. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados.

Após o transplante, foram realizadas coletas a cada 8 dias de uma das repetições, sempre nas primeiras horas da manhã, e após a coleta as matérias frescas de folhas e raízes de jambu passaram por lavagem, posteriormente foram secas, moídas, identificadas e encaminhadas para análise de teores de macro e micronutrientes no laboratório IBRA (Instituto Brasileiro de Análises) localizado no Estado de São Paulo

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com teste F. Quando houve significância 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 DISCUSSÃO

Ao analisar o teor de macronutrientes nas folhas de jambu detectou-se uma ordem decrescente, sendo: $K > N > Ca > Mg > P > S$ (Figura 1). Tratando-se do teor de N percebeu-se uma oscilação da concentração deste nutriente durante o ciclo (Figura 1-A). Embora o N tenha apresentado oscilação, este ainda assim apresentou altas concentrações de 41,71 g/kg a 33,5 g/kg. Araújo et al. (2021) verificaram resultados semelhantes no acúmulo de N em estudos com hidropônia, indicando maiores exigências da cultura nessa fase, aos 44 dias, valores chegando a 579,25 mg/planta. A semelhança nos resultados, indica que a planta poderia responder ao aumento desse nutriente em solução, devido sua grande necessidade ao decorrer de seu ciclo de desenvolvimento. Sawaki (2000), em um trabalho com sintomas de deficiência de macro e micronutrientes, verificou uma média de 29,4 g kg⁻¹ de nitrogênio em folhas velhas e 41,4 g kg⁻¹ de nitrogênio em folhas novas de jambu. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que o N é um componente estrutural e está presente nos aminoácidos que formam as proteínas, e na própria molécula de clorofila. Além de que é o um dos elementos que mais interfere no metabolismo secundário das plantas aromáticas (GUSMÃO et al., 2005).

Normalmente o P é fornecido no plantio na forma de formulação de NPK (CARRIJO et al., 2004), quando comparados ao N e K o P apresentou menor teor, atingindo pico de aproximadamente 8 g/kg a partir de 24 DAT e oscilando até os 40 DAT (Figura 1-B). Gomes et al. (2004) destacam que o P é absorvido pelas plantas em quantidade inferior quando comparado ao N e quando fornecido em doses corretas é fundamental para início do desenvolvimento da planta e formação dos primórdios vegetativos. De acordo com Rodrigues et al. (2014) o fornecimento adequado de P e N favorece a produção de folhas e inflorescência em plantas de jambu.

Souto (2016) constatou maior demanda de P pelo jambu no período de 18 a 34 DAT e 26 a 42 DAT, com acúmulos de 1,90 e 3,00 mg/dia. Moura et al. (2001) explicam este evento, ressaltando que a maioria dos solos brasileiros possui o pH ácido, baixa fertilidade natural e de baixa retenção natural de P, o que explica a necessidade de altas aplicações de adubos fosfatados.

O nutriente encontrado em concentrações expressivamente maiores nas folhas foi o K, que inicia o

ciclo no 8° DAT com as concentrações de 43,5 g/kg, atinge o pico nos 24 DAT com as concentrações de 90 g/kg e então inicia tendência à queda, resultado que corrobora com De Gusmão (2013), que encontrou para esse nutriente uma taxa de concentração entre 40 e 90 g/kg para parte aérea.

O teor de K e Ca apresentam comportamentos semelhantes, no 24° dia atingem o pico e a partir daí apresentam um decréscimo representativo (Figura 1 – C/D). Souto (2016), encontrou acúmulo máximo de Ca de 221,56 mg/tufo e 248,66 mg/tufo, aos 42 DAT. Segundo Peçanha (2017), a deficiência em N e Ca são as que mais ocasionam redução no crescimento de plantas de jambu. O que explica estarem entre os elementos em maior concentração na planta. O autor ainda destaca que a omissão de Ca reduz o total de folhas, a massa seca das hastes, além de diminuir a quantidade de raízes em plantas de jambu.

O K é fundamental para a fotossíntese, a restrição desse nutriente prejudica a fotossíntese e aumenta a respiração, nessa circunstância ocorre o declínio do acúmulo de carboidratos como efeito a redução do crescimento e produção da planta. Por ser um nutriente com alta mobilidade no vegetal os sintomas de carência são perceptíveis em folhas mais velhas apresentando clorose nas margens das mesmas (VILLAR, 2007).

Na planta, o Ca possui participação nas funções: estruturais, envolvido como regulador enzimático e de mensageiro secundário, além de possuir relação com a qualidade de frutos e hortaliças (MALAVOLTA, 2006). Participa como modulador hormonal vegetal regulando a germinação, crescimento e senescência da planta, atua no desenvolvimento das raízes, bem como nos processos bioquímicos e fisiológicos da planta. Por ser um componente estrutural com baixa mobilidade os sintomas de deficiência desse nutriente podem ser vistos, nos primeiros pares de folhas (DECHEN et al., 2007).

O Mg apresentou pico aos 16 DAT com concentrações de 8,5 g/kg e então um decréscimo expressivo desse nutriente na parte aérea, atingindo concentrações de 5 g/kg (Figura 1-E). No trabalho conduzido por Souto (2016), o acúmulo máximo de magnésio se deu aos 42 DAT, com 100,49 mg/tufo e 122,60 mg/tufo, com maior demanda do nutriente entre o período de 18 a 34 DAT.

Geralmente, o Mg é pouco ordenado pelas culturas, como ele não é um nutriente normalmente utilizado em adubações e sim nas calagens, não há muitos dados de respostas de culturas ao magnésio. A função mais conhecida do Mg é a de compor a molécula da clorofila, que são porfirinas magnesianas, outra função importante do Mg é como a ativação enzimática, sendo assim, o principal papel do Mg é atuar como cofator de enzimas (FAQUIN, 2005).

O teor de S oscilou entre 2,5 g/kg¹ e 4 g/kg¹ nas folhas durante os 40 DAT (dias após o transplante) (Figura 1- F), resultado similar ao que verificou Borges (2009), em experimento que avaliava o teor de nutrientes em plantas de jambu submetidas a diferentes doses de nitrogênio sob adubação orgânica e mineral, na adubação orgânica obteve-se o valor de 3,4 g/kg até 4,0 g/kg e na adubação mineral 2,5 até 3,7 g/kg. Na planta, o S atua da produção de clorofila, portanto é necessário para a síntese proteica e função estrutural da planta, participa no processo metabólico da fotossíntese. Está presente em moléculas de timina e biotina, além de desempenhar algumas reações de oxirredução (VIECELLI, 2017). O transporte do S ocorre das raízes para a parte aérea por via xilema, por ser um elemento com baixa mobilidade, em condições de

carência; os sintomas são comumente notados nos órgãos mais jovens, principalmente nas folhas em que apresentam clorose (VITTI et al., 2018).

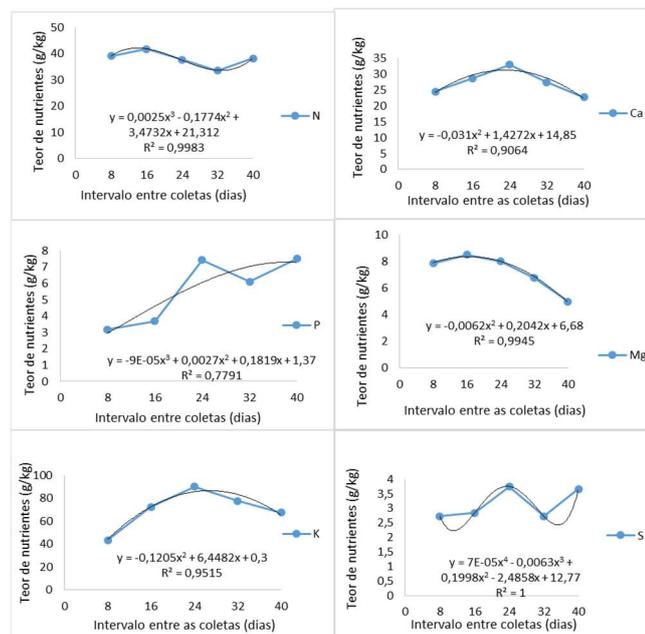


Figura 1: Teores de Nitrogênio (A), Fósforo (B), Potássio (C), Cálcio (D) Magnésio (E) e Enxofre (F) em folhas de plantas de jambu em função dos DAT (dias após o transplante).

A ordem de concentração de nutrientes na raiz foi $K > Mg > N > Ca > P > S$ (Figura 2). Resultados similares foram encontrados por Souto (2016), onde constatou que a ordem decrescente acumulada por plantas de jambu foi $K > N > Ca > Mg > P$, ressaltando que, de uma forma geral, as hortaliças extraem quantidades pequenas de fósforo do solo, principalmente em comparação com o nitrogênio e o potássio.

Além do NPK, se destacam as quantidades de Ca e Mg, contudo não se faz necessário a adubação com esses elementos, pois eles podem ser fornecidos com a realização de calagem (VELOSO et al., 2007). O Ca foi um dos nutrientes extraídos em maior quantidade pelas raízes, sendo uma das suas funções, juntamente com o B, o crescimento, desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular (VIECELLI, 2017).

Com relação aos teores de micronutrientes em plantas de jambu as pesquisas são escassas o que dificulta para efeitos comparativos, também não há registros de um parâmetro definido como apropriado que possa indicar se os teores obtidos nesse trabalho são adequados e suficientes à cultura. A ordem decrescente de micronutrientes nas folhas foi $Fe > Na > B > Mn > Zn > Cu$. Com exceção do Na, Gusmão (2013) reportou em seus estudos com jambu a mesma ordem, considerando ambientes e idades de cultivo diferente, incluindo o cultivo hidropônico.

As médias verificadas para os teores de boro ficaram entre 170,83 mg/kg e 350,12 mg/kg atingindo o pico aos 24 DAT e voltando a decrescer, contudo os valores estiveram acima da faixa descrita por Gusmão (2013), para essa cultura que está entre 70 e 150 mg/kg. Araújo et al. (2021) encontrou níveis de B acumulados em plantas de jambu que variaram de 37,39 µg/planta a 2.066,36 µg/planta, dos 29 aos 54 DAS, em sistema hidropônico.

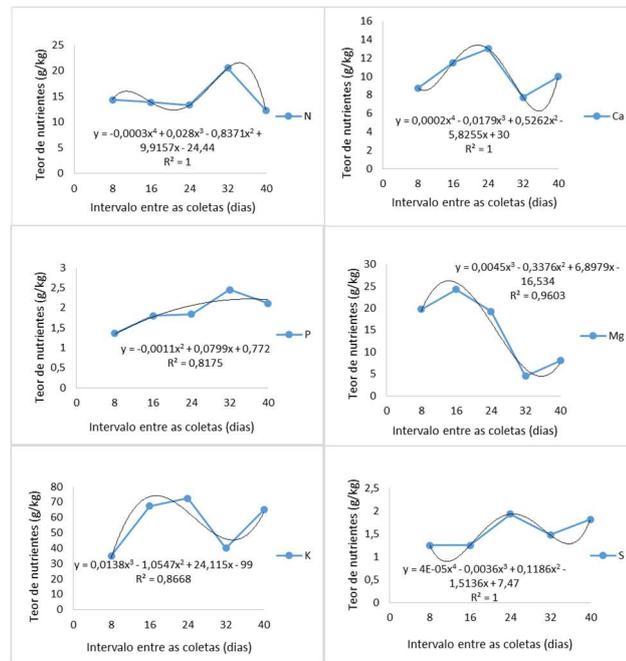


Figura 2: Teores de Nitrogênio (A), Fósforo (B), Potássio (C), Cálcio (D) Magnésio (E) e Enxofre (F) em raízes de plantas de jambu em função dos DAT (dias após o transplante).

Segundo Borges et al. (2020b) o N, Mg, C, B e Fe são nutrientes exigidos em maior quantidade pela cultura do jambu, estão relacionados com a síntese de ativação de enzimas do processo de fotossíntese, desempenhando papel fundamental no crescimento vegetativo e reprodutivo da planta, a deficiência desses nutrientes atrasa o lançamento de inflorescência, formação de sementes, e conseqüentemente a planta necessita de um período mais longo para completar seu ciclo biológico, causando prejuízos no potencial produção da cultura. De acordo com Peçanha (2017), em trabalho realizado com jambu em omissão de B em solução nutritiva, as plantas apresentavam como sintomas de deficiência baixa resistência mecânica e regiões quebradiças, tornando as plantas mais frágeis e facilmente danificadas pelo vento.

Em relação ao Cu o maior valor obtido foi 29 mg/kg nos 16 DAS, a partir daí ocorre a queda no teor de acúmulo desse nutriente. A faixa descrita para esse nutriente por Gusmão (2013), é de 4 a 35 mg/kg, encontrando-se assim dentro da faixa. Foram encontrados níveis máximos de 152,58 µg/planta de Cu, acumulados em planta de jambu cultivadas em sistema hidropônico, por Borges et al. (2020b). A absorção de cobre a partir da solução do solo ocorre na forma de íons Cu^{+2} , ao qual pode ser inibida fortemente pela absorção do zinco. Apesar do cobre não ser facilmente móvel na planta, ele pode ser translocado das folhas inferiores para as superiores. Em decorrência da capacidade de sofrer alterações de sua valência, o Cu ligado enzimaticamente participa das várias reações de oxirredução no metabolismo da planta, o que pode explicar sua queda após atingir pico aos 16 DAS.

O Fe oscilou os valores dos teores de acúmulo, mas no geral, mantém resultados maiores que 600 mg/kg (Figura 3-C), demonstrando ser um nutriente exigido durante o decorrer do ciclo da cultura (ARAÚJO et al., 2021). De Gusmão (2013) aponta que o teor encontrado na parte aérea para este nutriente nos diferentes tipos de cultivo vai de 100 a 1100 mg/kg, enfatizando que o Fe é o elemento mais expressivo entre os micronutrientes apresentando concentrações superiores na cultura do jambu do que em outras hortaliças

do grupo das folhosas. Em situação de carência desse micronutriente observa-se a diminuição da síntese da clorofila e degeneração dos cloroplastos na planta (DECHEN et al., 2006). Por apresentar baixa mobilidade nos tecidos vegetais os sintomas de deficiência podem ser observados em folhas mais jovens (PAULILO, 2015).

Os teores de Mn se mantiveram estáveis durante o ciclo, mantendo a média de 109 mg/kg (Figura 3-E). Diferindo do experimento realizado por Araújo et al. (2021), em que os valores de absorção foram crescentes ao longo do ciclo, chegando a 955,43 $\mu\text{g/planta}^{-1}$ aos 54 dias após semeadura, não sendo possível observar pico de absorção, evidenciando a necessidade desse nutriente pelas plantas de jambu em sistema de hidroponia. Viecelli (2017) diz que a presença de outras espécies de cátions na solução do solo influencia a disponibilidade de Mn, em especial referindo-se ao magnésio que acaba reduzindo a absorção de manganês pelas plantas, sendo o mesmo, um elemento imóvel que não é retranslocável.

Os teores de Zn oscilaram mantendo valores abaixo de 60 mg/kg (Figura 3-E). Borges (2009), obteve resultados semelhantes, com valor máximo de 50 mg/kg sob adubação orgânica, enquanto que sob adubação mineral o valor máximo obtido foi 61 mg/kg, valores dentro da faixa descrita por Gusmão (2013), que está entre 40 a 100 mg/kg. Segundo Dechen et al. (2007) a absorção do zinco ocorre na forma de Zn^{+2} tanto por via radicular como foliar, porém, sua mobilidade na planta é pequena, podendo-se observar grande concentração nas raízes.

Os teores para Na do jambu oscilaram atingindo pico nos 24 DAT, quando apresentou 820 mg/g, após isso voltaram a decrescer chegando nos 40 DAT a 124 mg/kg. Araújo et al. (2021) observou um acúmulo crescente de Na, onde a partir 44° dias ocorre um acréscimo de Na, atingindo o pico aos 54° DAS com acúmulo de 57,54 mg/planta^{-1} destacando que o Na estimula o crescimento dos vegetais sendo essencial apenas para algumas espécies ou em determinadas condições. Segundo Malavolta (2006), o sódio é considerado elemento benéfico para muitas espécies devido poder contribuir para o crescimento vegetal, maior produção ou para resistência a condições adversas, porém a mesma pode completar seu ciclo de vida sem esse elemento.

O teor de nutrientes na raiz se deu na seguinte ordem decrescente: Fe > Na > Mn > B > Zn > Cu. Os teores de Mn, Zn, Cu, Fe e Na foram encontrados em maior concentração nas raízes do que nas folhas de jambu.

Os solos normalmente apresentam grandes concentrações de Fe, porém, estas não são prejudiciais às plantas por estarem em uma forma pouco disponível (GUERINOT et al., 1994). O Na também apresentou valores muito altos, o pico da absorção foi aos 8 DAT atingindo 4700 mg/kg, aproximadamente a partir daí acontece o decréscimo e dos 16 DAT até os 40 DAT esses valores se mantêm estabilizados. Nas folhas no final do ciclo o Na também apresenta queda.

Observa-se na Figura 4, que o teor de B teve pico aos 24 dias após o transplante, decaindo em seguida. Segundo Araújo et al. (2021) o boro é elemento de suma importância na fase reprodutiva que se dá no 44° dia, justificando assim sua grande exigência demonstrada ao longo de seu ciclo, obtendo em sistema hidropônico 849,23 $\mu\text{g/planta}^{-1}$, aos 44 dias após a semeadura. Borges et al. (2013) em experimento anterior

com adubação orgânica, obteve valor de 1.148,52 µg/planta⁻¹ em plantas de jambu. Segundo Wimmer et al. (2013) o B está elencado à má formação de tecidos vasculares, levando a distúrbios hídricos em toda a planta, afetando sua absorção, translocação e perda de água pelo vegetal. Fatores estes que podem explicar a queda na curva nutricional do B neste experimento, principalmente a ausência de doses adequadas de boro.

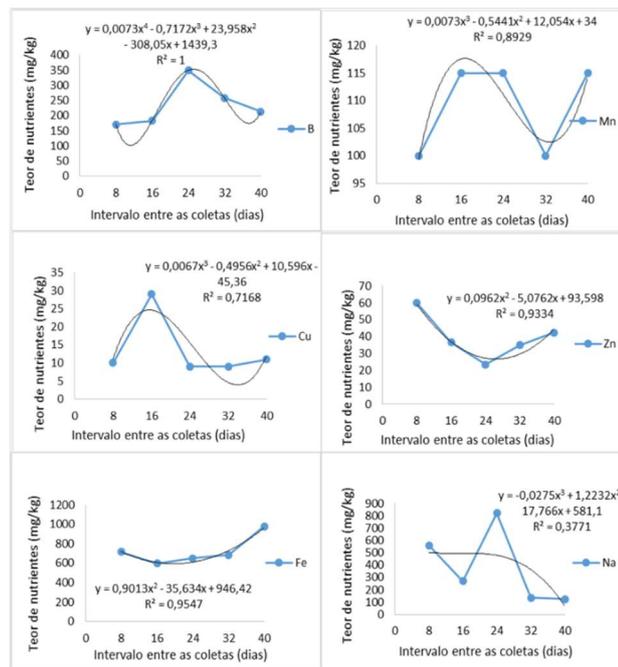


Figura 3: Teores de Boro (A), Cobre (B), Ferro (C), Manganês (D) Zinco (E) e Sódio (F) em folhas de plantas de jambu em função dos DAT (dias após o transplante).

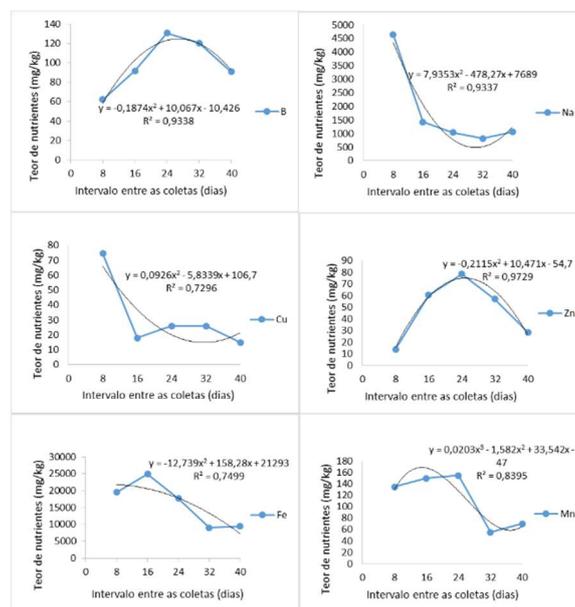


Figura 4: Teores de Boro (A), Cobre (B), Ferro (C), Manganês (D) Zinco (E) e Sódio (F) em raízes de plantas de jambu em função dos DAT (dias após o transplante).

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos no presente estudo pode-se perceber que o jambu cultivado em ambiente protegido responde como as demais hortaliças em relação a níveis de exigência nutricional nas folhas demonstrando os teores em ordem decrescente de concentração: K > N > Ca > Mg > P > S,

diferentemente da raiz onde foram encontrados na seguinte ordem: $K > Mg > N > Ca > P > S$. Já os micronutrientes apresentaram-se diferentemente em relação aos níveis de exigência nutricional, apresentando na folha: $Fe > Na > B > Mn > Zn > Cu$, e na raiz $Fe > Na > Mn > B > Zn > Cu$.

REFERÊNCIAS

- 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, 2021.
- BASTOS, X.; PACHECO, A.; FIGUEREDO, G.. **Informações climáticas do município de Paragominas para o planejamento agrícola**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14. Anais. Florianópolis: SBMET, 2006.
- BORGES, L. S.. **Biomassa, teores de nutrientes, espilantol e atividade antioxidante em plantas de jambu (*acmella ciliata kunth*) sob adubações mineral e orgânica**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- BORGES, L. S.. **Potencial antioxidante, óleo essencial e atividade antifúngica de plantas de jambu (*Spilanthus oleracea*), cultivadas sob adubação orgânica e convencional**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- BORGES, L. S.; ARAUJO, J. M.; CASAIS, L. K. N.; ARAÚJO, L. A.; SOUZA, F. C.; SANTOS, N. F. A.; MELO, M. R. S.; ALVES, G. A. R.. **Sintomatologia foliar de nutrientes em plantas de jambu hidropônica, produzidas em propriedade familiar**: Pesquisa e inovação em horticultura. Maringá: Uniedusul, 2020b.
- 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, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p83>
- BORGES, L. S.; NUNES, K. N. M.; MARQUES, E. S. B.; MARQUES, V. V. B.; SOUZA, M. E.. Mitos e verdades sobre a planta jambu (*Spilanthus oleracea* L.) No tratamento da covid - 19 e suas propriedades bioativas. In: SANTOS, C. A.. **Pesquisa e Inovação em Horticultura**. Maringá: Uniedusul, 2020a. p.40-51.
- CARDOSO, J. M. D. S.. **Avaliação agrônômica de espécies e cultivares de hortaliças em função do uso de práticas de adubação verde em sistemas agrobiodiversos em transição agroecológica**. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J.. **Fertirrigação de hortaliças**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2004.
- CAVALCANTI, V. M. S.. **Extração de espilantol de *Spilanthus acmella* var. *oleracea* com dióxido de carbono supercítico**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 2007. p.92-132.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.. **Micronutrientes: Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.
- RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA, R. C. J.; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A.. **Caracterização e avaliação da potencialidade dos solos do Município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003.
- FAQUIN, V.. **Nutrição Mineral de Plantas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Solos e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- FERREIRA, D. F.. Sisvar: um sistema de análise estatística de computador. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004.
- GUERINOT, M. L.; YI, Y.. Iron: nutritious, noxious, and not readily available. **Plant Physiology**, v.104, p.815-820, 1994.
- GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.. **Jambu da Amazônia *Acmella oleracea* [(L.) R. K. Jansen]**: Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2013.
- GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; SILVESTRE, W. V. D.; LOPES, P. R. A.. Caracterização do cultivo de jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, 2005.
- LEÃO, K. C.; SILVA, G. O.; LUCAS, A. S.. Caracterização do cultivo e o destino de hortaliças produzidas no município de Augustópolis-TO. **Revista Científica Educandi & Civitas**, v.2, n.1, p.16-24, 2019.
- MALAVOLTA, E.. **Manual de Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.
- MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N.. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Current Agricultural Science and Technology**, v.12, n.2, p.129-132, 2006. DOI: <https://doi.org/10.18539/cast.v12i2.4502>
- MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; CASALI, W. D.; PEREIRA, P. R. G.;

CRUZ, C. D.. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.306-312, 2001.

PAULILO, M. T. S.. **Fisiologia Vegetal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PEÇANHA, D. A.. **Deficiência de nutrientes minerais em *Acmella oleracea***: teores minerais, sintomas visuais, espilantol e compostos fenólicos. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2017.

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) RK Jansen. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p.71-76, 2014.

SAMPAIO, I. M. G.; SILVA, M. L. J.; CHAGAS, E. S.; BITTENCOURT, R. F. P. M.; COSTA, V. C. N.; SOUZA, D. L.; SANTOS, W. A. S.; TEIXEIRA, B. J. B.. Evaluation of the Non-destructive Method Efficiency of Estimating Nitrogen Content in Jambu Plants Grown in Hydroponic System. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, p.466-479, 2020.

SAWAKI, H. K.. **Estudo de sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em plantas de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) variedade Branco ou Jambuarana**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade em Ciências Agrárias, Belém, 2000.

SILVA, E. S.. **Jambu (*Spilanthes oleracea* linn.) minimamente processado**: compostos bioativos e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Tese (Doutorado em

Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SOARES, I. F.. **Desempenho de hortaliças não convencionais em consórcio sob sistema orgânico de produção**. Monografia (Graduação em Agronomia) –Universidade de Brasília, 2017.

SOUTO, G. C.. **Desempenho agrônômico a acúmulo de nutrientes pela planta de jambu**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

VELOSO, C. A. C.; BOTELHO, S. M.; RODRIGUES, J. E. L. F.. Correção da Acidez do Solo. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J.; BRASIL, E. C.. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

VIECELLI, C. A.. **Guia de deficiências Nutricionais em Plantas**. Toledo: PUCPR, 2017.

VILLAR, M, L.. **Manual de Interpretação de Análise de plantas e Solos e Recomendação de Adubação**. Cuiabá: EMPAER, 2007.

VITTI, G.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.; BOLOGNA-CAMPBELL, I.. Enxofre. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2 ed. Viçosa: UFV, 2018.

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

<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.12.012>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157808801359855617/>