

## Exportação de nutrientes em plantas de jambu, sob diferentes adubações

### Export of nutrients in plants jambu under different fertilization

Luciana da Silva Borges<sup>1\*</sup>; Romy Goto<sup>2</sup>; Giuseppina Pace Pereira Lima<sup>3</sup>

#### Resumo

O jambu é uma hortaliça de largo consumo na região Norte do Brasil, conhecida por diferentes nomes populares, como agrião do Pará, erva maluca, botão de ouro, é uma espécie nativa da Amazônia, bastante utilizada na culinária regional e também em medicamentos naturais, pela suas propriedades químicas, atribuído ao composto espilantol. 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. Assim o objetivo deste projeto foi determinar o acúmulo de nutrientes em plantas de jambu (folha e inflorescência) sob diferentes adubações. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, FCA/UNESP. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com esquema fatorial (2 x 6), sendo duas fontes de adubação (orgânica e mineral) e seis doses de nitrogênio, com quatro repetições. As características avaliadas foram acúmulos de macronutrientes Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e acúmulo de micronutrientes boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn) nas folhas e inflorescências. As plantas de jambu responderam mais a translocação dos nutrientes fósforo (P), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), e ferro (Fe) nas inflorescências e fósforo (P), cálcio (Ca), manganês (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu) e ferro (Fe) nas folhas para adubação orgânica demonstrando a eficiência de utilização dos nutrientes nessa fonte de adubação indicando que esta foi uma característica determinante na resposta do acúmulo de nutrientes nas folhas e inflorescências de jambu. As plantas de jambu são mais responsivas à adubação mineral para a translocação de nitrogênio (N) e manganês (Mn), tanto para a folha como para as inflorescências de plantas de jambu.

**Palavras-chave:** *Spilanthus oleracea*, acúmulo de nutrientes, adubação orgânica, adubação mineral

#### Abstract

The jambu is a broad vegetable consumption in Northern Brazil, especially in Pará, known by the jambu and other common names is native to the Amazon region has been used and cultivated for culinary and also recently in natural medicines by their chemical properties, attributed to the spilanthol compound. Knowing the amount of nutrient uptake in plants, especially at the taken, it is important to evaluate the removal of nutrients necessary for economic fertilizer recommendations. So the goal of this project was to determine the accumulation of nutrients in plants of jambu (leaf and inflorescence) under different fertilizations. The experiment was conducted at São Manuel Experimental Farm UNESP. The statistical was arranged in the randomized block design, in a 2 x 6 factorial scheme, two sources of fertilizers (organic and mineral) and six doses of nitrogen, with four replications. We evaluated the macronutrients of accumulation N, P, K, Ca, Mg, S and micronutrients of accumulation B, Cu, Fe and Zn in leaves and inflorescence. The plants responded more jambu nutrients of translocation phosphorus (P), magnesium

<sup>1</sup> Discente de Doutorado em Agronomia, Horticultura, Deptº de Produção Vegetal, Setor Horticultura, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, SP. E-mail: luagro06@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Profº do Deptº de Produção Vegetal, Setor Horticultura, UNESP, Botucatu, SP. E-mail: romy@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Profª. do Deptº de Química e Bioquímica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP. E-mail: gpplima@ibb.unesp.br

\* Autor para correspondência

(Mg), sulfur (S), boron (B), copper (Cu) and iron (Fe) in the inflorescences and phosphorus (P), calcium (Ca), manganese (Mg), sulfur (S), boron (B), copper (Cu) and iron (Fe) in leaves to organic fertilization demonstrating the effectiveness of using this source of fertilizer nutrients indicating that this was a defining characteristic in response to the accumulation of nutrients in the leaves and inflorescences jambu. Plants jambu are more responsive to fertilizer for the mineral of translocation nitrogen (N) and manganese (Mn) for both the sheet and for the inflorescences of plants jambu.

**Key words:** *Spilanthus oleracea*, nutrients of accumulation, organic fertilizer, mineral fertilizer

## Introdução

O jambu (*Spilanthus oleracea*) é uma hortaliça de largo consumo na região Norte do Brasil, principalmente no Pará, nas épocas festivas, como tradicional Círio de Nazaré e as festas de fim de ano. Além de fazer parte de pratos típicos, como o pato no tucupi e o tacacá e recentemente em medicamentos naturais, pela suas propriedades químicas, atribuído ao composto espilantol. Segundo Lorenzi e Matos (2002) devido à sensação de formigamento, a população do Norte do Brasil utiliza as folhas desta planta no tratamento de males da boca e da garganta, bem como anestésico para dor-de-dente e o chá das folhas é utilizado para anemia, escorbuto, dispepsia, estimulante da atividade gástrica e no combate à tuberculose.

O jambu pertence à família Asteraceae, nativa da Amazônia, de clima tropical (VILLACHICA et al., 1996). É uma planta herbácea anual, de 20 – 40 cm de altura, semi-ereta, quase rasteira, com caule cilíndrico, carnoso e de ramos decumbentes, geralmente sem raízes nos nós. Segundo Lorenzi e Matos (2002) a raiz principal é pivotante, com abundantes ramificações laterais. A cultura do jambu tem o ciclo de 45-70 dias na região Norte (CARDOSO; GARCIA, 1997). No Estado de São Paulo, a espécie de jambu tem apresentado, geralmente, ciclo de 90 dias, podendo a chegar a 75 dias em ambiente protegido, com temperatura controlada nessa região.

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 grandes

diferenças entre as espécies e as quantidades totais exigidas por uma cultura em relação a sua produtividade (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A agricultura orgânica vem ganhando cada vez mais reconhecimento social, político e científico em todo o mundo por estar fundamentada na aplicação de estratégias agroecológicas, mediante o uso de insumos locais, aumentando o valor agregado e propiciando uma cadeia de comercialização mais justa. O crescimento do mercado de produtos orgânicos tem seu alicerce na maior conscientização dos consumidores que demandam alimentos saudáveis e seguros quanto à ausência de resíduos químicos (MELO et al., 2009).

Com isso, cada vez mais a população esta preferindo hortaliças de cultivo orgânico, pois estas estão livres de agroquímicos, aliado também ao fato da questão dos pequenos produtores trabalharem basicamente com adubos orgânicos em detrimento aos adubos sintéticos por dificuldade de aquisição.

Tendo em visto esta ampla utilização dessa planta na culinária e principalmente com o objetivo medicamentoso, essa espécie vem despertando o interesse de produtores e pesquisadores pela sua importância econômica que vem crescendo nos últimos anos em virtude até mesmo do seu cultivo ser basicamente orgânico. Este trabalho teve como objetivo determinar o acúmulo de nutrientes em plantas de jambu (folha e inflorescência) sob diferentes adubações. Resultados de pesquisas com a espécie de jambu na literatura com relação ao objetivo proposto nesse trabalho são ainda incipientes e preliminares. Atualmente observa-se uma grande expansão da área cultivada com essa

espécie em todo o Brasil; razão essa que justifica a realização de pesquisa como essa.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel (São Manuel-SP), localizada sob as coordenadas geográficas aproximadas são de latitude 22° 44' 50" Sul e longitude 48° 34' 00" Oeste de Greenwich, com altitude em torno de 765 m. O clima da região, segundo Espíndola, Tosin e Paccola (1974), é do tipo mesotérmico, Cwa (subtropical úmido com estiagem no período de inverno). O total da precipitação média anual é de 1534 mm, apresentando média para o mês mais chuvoso (janeiro) de 242 mm, e de 38 mm para os meses mais secos (julho e agosto). A temperatura média anual é de 21°C.

O solo onde o experimento foi conduzido é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (EMBRAPA, 1999). Sendo o solo arenoso recomendado por Borges, Guerrero e Fernandes (2010), como adequado para o cultivo de jambu. Antes da realização do experimento avaliaram-se as características químicas do solo da área experimental, que conforme metodologia Raij et al. (2001) indicaram respectivamente, pH= 5,5; MO= 9,4 g dm<sup>-3</sup>; P<sub>resina</sub>= 26,2 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al= 18,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K= 2,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca= 18,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 5,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 26,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC= 44,6; V%= 60 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B=0,15 mg dm<sup>-3</sup>; Cu= 1,0 mg dm<sup>-3</sup>; Fe= 24,6 mg dm<sup>-3</sup>; Mn= 6,92 mg dm<sup>-3</sup>; Zn= 0,9 mg dm<sup>-3</sup> a fim de fazer uma adubação mineral e orgânica adequada para o cultivo de jambu.

As características químicas do solo foram obtidas a partir de 10 sub-amostras, componentes de uma amostra composta retirada das áreas experimentais, na profundidade de 0-20 cm, as quais foram analisadas no laboratório. Foi realizada análise química do esterco de curral, que apresentou a seguinte característica química N=1,5; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1,5; umidade= 14,3; MO= 41,0;

C=22,8; Ca= 1,20; Mg=0,4; S= 0,3 (% na matéria seca); Fe= 18650; Cu= 200; Mn= 364; Na= 2580; Zn= 386 (mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca); pH= 7,8; C/N= 16/1 antes da incorporação ao solo, e verificou-se o teor de nitrogênio do esterco para utilizar a mesma concentração de N da uréia, no cultivo com adubação mineral.

Para o fornecimento de água nos experimentos foi utilizado um sistema de irrigação do tipo aspersão. Durante todo o ciclo, a irrigação foi realizada duas vezes ao dia, principalmente após o transplante.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (6 x 2), sendo seis doses de nitrogênio e duas fontes de adubação (esterco de curral e uréia), com quatro repetições. O experimento realizado apresentou como tratamentos doses de adubação mineral (0, 30, 60, 90, 120, 150 g m<sup>-2</sup> de uréia), aplicadas parceladas em duas vezes e as doses de adubação orgânica (0, 2, 4, 6, 8 e 10 kg m<sup>-2</sup> de esterco de curral), aplicadas no plantio.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo o substrato comercial Plantmax® com seguinte composição química apresentada na embalagem N= 5,81 g kg<sup>-1</sup>; P= 0,95 g kg<sup>-1</sup>; K=4,35 g kg<sup>-1</sup>; Ca= 14,14 g kg<sup>-1</sup>; Mg=1,68 g kg<sup>-1</sup>; S= 0,31 g kg<sup>-1</sup>; B= 27,80 mg kg<sup>-1</sup>; Fe =19826,0 mg kg<sup>-1</sup>; Cu= 0,01 mg kg<sup>-1</sup>; Mn =225,0 mg kg<sup>-1</sup>; Zn= 76,40 mg kg<sup>-1</sup>. As sementes foram obtidas de produtores do Estado do Pará, com boas características fitossanitárias, no campo de produção. A emergência ocorreu aos sete dias e o transplante aos 40 dias após a semeadura, quando as mudas apresentavam quatro folhas definitivas.

No preparo do canteiro definitivo foi utilizada enxada rotativa (microtrator) e roto-encanteirador para uniformização (altura de 20 cm), evitando também o encharcamento do solo pela irrigação constante.

O plantio foi realizado manualmente, em quatro canteiros de 6 m<sup>2</sup>, colocando-se 18 plantas por linha, sendo que cada canteiro era composto por

cinco linhas. O espaçamento utilizado foi de 20 x 25 cm, que permitiu o cultivo de 90 plantas. As capinas foram realizadas a cada dez dias, desde no início da instalação da cultura. No período inicial, a capina foi realizado com auxílio de enxadas. Quando as plantas já se apresentavam mais desenvolvidas, a capina passou a ser manual, para não danificar as plantas.

A adubação de cobertura foi feita aos 30 dias após o transplante para o cultivo mineral nas doses de 15, 30, 45, 60, 75 g m<sup>-2</sup> de uréia, sendo que essa quantidade é o restante das doses dos tratamentos, uma vez que foi aplicada apenas uma parte do total das doses de nitrogênio no plantio. Também foram utilizados 0,5 Kg m<sup>-2</sup> de um fertilizante orgânico (biomix), recomendado pela legislação para produção orgânica de hortaliças, que possui Cama de frango, farelo de soja e resíduos orgânicos agroindustriais de origem controlada, composição química apresentada na embalagem, esse fertilizante foi aplicado na adubação mineral e orgânica, e 15 dias depois foram aplicados 30 g/m<sup>-2</sup> de torta de mamona, conforme recomendações técnicas do Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/ UNESP, em aplicações semanais, tanto na adubação orgânica como na adubação mineral.

A colheita foi feita pela manhã, aos 90 dias após a semeadura, na abertura do botão floral. Os ramos foram cortados a sete cm do solo (CARDOSO; GARCIA, 1997).

Logo após a colheita procedeu-se a lavagem do material. Foram realizadas quatro lavagens para retirada de impurezas. A primeira foi em água para retirada dos resíduos do campo, a segunda foi na solução contendo 150 mg. L<sup>-1</sup> de cloro ativo deixando o material imerso por 5 minutos, visando reduzir a contaminação microbiana do produto, a terceira e quarta em água destilada. Após a lavagem as plantas 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 pesou-se esse material seco em balança digital, logo em seguida levaram-se as amostras para o laboratório de solos, para determinação do teor de nutrientes.

Para quantificar o teor dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) nas folhas e inflorescências de jambu utilizou-se a metodologia recomendada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Willey, sendo acondicionadas em sacos plásticos fechados. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando a determinação de nitrogênio total; a digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos teores totais na massa seca dos nutrientes: fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco; e a digestão por via seca foi utilizada para a obtenção do extrato visando a determinação de boro, conforme métodos apresentados por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

O nitrogênio foi quantificado pelo método semi-micro Kjeldahl, fósforo e boro por colorimetria, potássio por fotometria de chama e cálcio, magnésio, enxofre, cobre, manganês, zinco e ferro por espectrofotometria de absorção atômica.

A partir das análises químicas, foram determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg<sup>-1</sup>, e os teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em mg kg<sup>-1</sup>.

O acúmulo dos nutrientes foi obtido pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa de material seco da amostra, expressando-se os resultados dos macronutrientes em mg/planta<sup>-1</sup> e dos micronutrientes em µg/planta<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com teste F. Quando houve significância para o fator doses de uréia e esterco de curral, foi feita análise de regressão, e quando se observou efeito de fonte, foi aplicado teste de Tukey (5%) para a comparação

de médias. Quando ocorreu interação entre doses e fonte, o efeito das doses foi estudado para cada fonte de cultivo. Todas as análises realizadas foram feitas pelo do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

## Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre as doses e as adubações utilizadas para o acúmulo de N, P, Mg ,

S e nas inflorescências e para P e S nas folhas das plantas de jambu (Tabelas 1 e 2). Pelo resultado das médias a adubação orgânica foi melhor que a adubação mineral para o acúmulo de P, Ca, Mg, S nas folhas e P, Mg e S nas inflorescências. No entanto a adubação mineral foi melhor para o acúmulo de N e nas folhas e inflorescências de jambu (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Acúmulo de macronutrientes em folhas de jambu, cultivadas sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, São Manuel (SP).

Adubações	Doses	Folha					
		N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg/m <sup>2</sup>	mg planta <sup>-1</sup>					
Orgânica	0	292,18	60,25	565,67	89,73	29,02	43,16
	2	298,71	65,91	592,23	84,23	29,76	45,10
	4	307,44	65,99	624,08	86,48	33,45	54,18
	6	310,21	68,32	689,28	80,22	33,59	53,24
	8	336,25	70,09	601,90	70,88	32,16	52,52
	10	350,02	72,15	581,06	77,05	34,55	57,97
<b>Média</b>	g/m <sup>2</sup>	<b>315,80B</b>	<b>67,1 1A</b>	<b>61,20 A</b>	<b>81,43A</b>	<b>32,09A</b>	<b>51,03A</b>
<b>R<sup>2</sup></b>		----	0,94	----	-----	-----	0,83
Mineral	0	341,46	30,45	663,95	68,16	21,76	31,31
	30	373,86	31,43	756,54	76,13	22,10	20,51
	60	451,82	39,68	779,37	72,59	21,46	18,46
	90	466,37	36,82	806,71	63,08	21,15	12,24
	120	585,09	35,10	683,55	75,02	26,43	16,87
	150	612,94	28,33	570,01	52,72	16,73	13,62
<b>Média</b>		<b>471,92A</b>	<b>33,63B</b>	<b>61,12A</b>	<b>67,95B</b>	<b>21,60B</b>	<b>18,83B</b>
Int. A*D		NS	**	NS	NS	NS	**
<b>R<sup>2</sup></b>		-----	0,80	----	-----	-----	0,89
CV (%)		17,51	10,77	9,54	26,67	27,83	26,27

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, pra as adubações (orgânica e mineral). NS: não significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, para interação adubação e doses.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Tabela 2.** Acúmulo de macronutrientes em inflorescência de jambu, cultivado sob adubação orgânica e mineral. FCA. UNESP, São Manuel (SP).

Adubações	Doses	Inflorescência					
		N	P	K	Ca	Mg	S
	kg/m <sup>2</sup>	mg planta <sup>-1</sup>					
Orgânica	0	308,99	62,72	315,63	31,16	26,48	30,31
	2	373,62	71,98	350,75	29,12	25,59	27,08
	4	368,75	70,06	342,93	35,41	23,45	26,41
	6	296,64	62,24	323,59	31,91	21,38	24,37
	8	296,05	61,67	315,18	25,21	20,45	23,90
	10	284,28	57,72	307,14	37,05	19,73	22,18
<b>Média</b>	g/m <sup>2</sup>	<b>321,53 B</b>	<b>64,39 A</b>	<b>325,87 A</b>	<b>31,64A</b>	<b>26,72 A</b>	<b>25,04A</b>
<b>R<sup>2</sup></b>		0,54	0,68	-----	-----	0,97	0,96
Mineral	0	147,00	24,81	133,77	35,19	20,08	18,96
	30	221,28	33,69	188,37	39,10	20,20	17,72
	60	223,56	37,80	195,27	34,23	16,91	16,60
	90	228,81	39,60	214,36	26,64	16,91	10,91
	120	310,06	45,10	222,93	36,14	16,31	13,57
	150	293,75	48,76	270,25	24,30	16,01	10,63
<b>Média</b>		<b>237,41 A</b>	<b>38,29 B</b>	<b>204,15 A</b>	<b>32,60A</b>	<b>20,21B</b>	<b>14,73B</b>
Int. A*D		**	**	NS	NS	**	**
<b>R<sup>2</sup></b>		0,85	0,97	-----	-----	0,86	0,81
CV (%)		10,24	6,56	6,88	31,86	32,00	27,38

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, pra as adubações (orgânica e mineral). NS: não significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, para interação adubação e doses.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O acúmulo de N nas folhas respondeu acentuadamente ao aumento das doses de úrea. O maior acúmulo de N 612,94 mg planta<sup>-1</sup>, foi obtido na dose de 150 g/m<sup>2</sup> de uréia. Nas inflorescências de jambu o maior acúmulo de N 310,06 mg planta<sup>-1</sup>, foi obtido na dose de 120 g/m<sup>2</sup> de uréia. Segundo Carmello (1999) o nitrogênio é o macronutriente que está relacionado com os mais importantes processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem na planta, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular. Nas hortaliças folhosas fornecimento de doses adequadas de nitrogênio favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva seu potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2003).

Para o acúmulo de P nas folhas (72,15 mg planta<sup>-1</sup>) e inflorescências (71,98 mg planta<sup>-1</sup>) a adubação

orgânica foi melhor que a adubação mineral, onde as doses de 10 kg/m<sup>2</sup> e 2 Kg/m<sup>2</sup> de esterco de curral, proporcionaram maior acúmulo (Tabelas 1 e 2). Isso deve ser atribuído ao bom funcionamento do esterco de curral para a fertilidade e disponibilidade dos nutrientes nesse tipo de cultivo. O acúmulo de P tanto nas folhas como nas inflorescências estão abaixo do valor encontrado por Alvarenga et al. (2003) em alface americana com adubação nitrogenada aos 56 dias de cultivo. Segundo Stringheta e Muniz (2003), a matéria orgânica é responsável pela melhoria da fertilidade e vida do solo, pois para esses mesmos autores o solo é considerado um organismo vivo, onde ocorre uma série de processos biológicos e dinâmicos essenciais à saúde das plantas, no caso desse trabalho as plantas de jambu. Segundo Malavolta, Pimentel-Gomes e Alcarde (2002), os adubos orgânicos retardam a fixação do fósforo nos solos. Isso justifica o maior acúmulo de P na adubação orgânica.

Observa-se na Tabelas 1 e 2, que os maiores acúmulos de K nas folhas ( $689,28 \text{ mg planta}^{-1}$ ) e inflorescências ( $350,75 \text{ mg planta}^{-1}$ ), ocorreram nas doses de  $6 \text{ kg/m}^2$  e  $2 \text{ kg/m}^2$  de esterco de curral, respectivamente. Valor abaixo do encontrado por Alvarenga et al. (2003) em alface americana com adubação nitrogenada aos 56 dias de cultivo que foi de  $983,53 \text{ mg planta}^{-1}$  de K. O potássio, embora não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções na planta como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros (MARSCHNER, 1995). Para Malavolta, Pimentel-Gomes e Alcarde (2002), os adubos orgânicos ajudam a reter potássio em formas disponíveis para as raízes, protegendo-as de lavagem ou lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação. Isso justifica o maior acúmulo de K na adubação orgânica nesse experimento.

Com relação ao acúmulo de Ca nas plantas de jambu, verifica-se maior acúmulo nas folhas em relação às inflorescências tanto na adubação orgânica como na mineral, isso pode está relacionado à baixa mobilidade de Ca no floema, não ocorrendo sua redistribuição das folhas para os outros órgãos da planta como as inflorescências (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os acúmulos de magnésio e enxofre foram influenciados conforme ocorreram aumentos nas doses de esterco de curral nas folhas (Tabela 2), demonstrando assim que os acúmulos desses nutrientes nas folhas dependem da adubação orgânica, uma vez que as hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica. Portanto, nesse trabalho pode-se inferir que a decomposição da matéria orgânica ocorreu em tempo hábil para o fornecimento desses nutrientes para as folhas das plantas de jambu. O que já não ocorreu nas inflorescências, logo que conforme se aumentaram

as doses de esterco o acúmulo de magnésio e enxofre decresceu no cultivo orgânico (Tabela 1). Beninni, Takahashi e Neves (2005) trabalhando com com alface hidropônica e convencional também observaram uma queda na concentração de magnésio durante o desenvolvimento da planta nos dois sistemas de cultivo. Kano, Cardoso e Bôas (2011) obtiveram um acúmulo de  $79 \text{ mg/planta}^{-1}$  de enxofre em alface para produção de sementes, valores acima dos obtidos nesse trabalho.

Quanto ao acúmulo de micronutrientes nas inflorescências e folhas de jambu houve efeito significativo para a interação entre os tipos de adubações e doses de nitrogênio para o acúmulo de manganês (Tabela 3 e 4). Porém, não foi observada interação para os outros micronutrientes, tais como boro, cobre, ferro e zinco. No entanto, pelos resultados das médias a adubação orgânica foi melhor que mineral para o acúmulo de boro, cobre e ferro tanto nas folhas como nas inflorescências. E o acúmulo de Mn é dependente da adubação mineral, tanto nas folhas como nas inflorescências (Tabelas 3 e 4).

O acúmulo de boro e cobre na adubação orgânica foi melhor que na adubação mineral, onde se observou o maior valor de  $1.148,52 \text{ } \mu\text{g/planta}^{-1}$  e  $253,84 \text{ } \mu\text{g/planta}^{-1}$  para folhas e  $366,26 \text{ } \mu\text{g/planta}^{-1}$  e  $149,27 \text{ } \mu\text{g/planta}^{-1}$  nas inflorescências, respectivamente para dose de  $10 \text{ kg/m}^2$  de esterco de curral (Tabelas 3 e 4). Esses resultados demonstram que a utilização de adubo orgânico é uma das alternativas de maior receptividade pelos agricultores, pois quando adequadamente manejados, aumentam a fertilidade do solo, principalmente os acúmulos de nutrientes, neste caso de boro e cobre, tornando-se um importante fator econômico, já que é um recurso natural disponível nas propriedades, sendo capaz de promover maior estabilidade econômica, social e ambiental.

**Tabela 3.** Acúmulo de micronutrientes em folhas de jambu, cultivadas sob adubação orgânica e mineral. FCA.UNESP, São Manuel (SP).

Adubações	Doses	Folha				
		Boro	Cu	Ferro	Mn	Zn
	Kg/m <sup>2</sup>			µg/planta <sup>-1</sup>		
Orgânica	0	797,90	215,62	10490,98	1400,41	284,41
	2	784,37	201,49	9923,61	1177,00	267,22
	4	967,44	214,35	9115,05	1142,26	310,08
	6	947,14	240,67	8824,00	1043,35	311,33
	8	101,51	246,34	7574,82	1035,91	316,58
	10	1148,52	253,84	7144,56	897,06	350,19
<b>Média</b>	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>944,15A</b>	<b>228,72A</b>	<b>8845,50A</b>	<b>1116,00B</b>	<b>306,63A</b>
<b>R<sup>2</sup></b>		-----	-----	-----	0,84	-----
Mineral	0	563,80	117,85	8245,10	876,13	224,03
	30	488,54	93,15	5918,61	3373,72	335,16
	60	437,39	92,57	5170,69	3617,88	312,17
	90	350,61	85,99	3933,23	3641,94	275,35
	120	424,21	83,54	4644,77	5209,82	369,35
	150	341,70	68,26	4181,80	3297,70	246,42
<b>Média</b>		<b>434,37B</b>	<b>90,23B</b>	<b>5349,03B</b>	<b>3336,20A</b>	<b>293,74A</b>
Int. A*D		NS	NS	NS	**	NS
<b>R<sup>2</sup></b>		-----	-----	-----	0,71	-----
CV (%)		27,10	23,84	34,12	28,89	25,85

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, pra as adubações (orgânica e mineral). NS: não significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, para interação adubação e doses.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Tabela 4.** Acúmulo de micronutrientes em inflorescência de jambu, cultivadas sob adubação orgânica e mineral. FCA. UNESP, São Manuel (SP).

Adubações	Doses	Inflorescência				
		Boro	Cu	Ferro	Mn	Zn
	Kg/m <sup>2</sup>			µg/planta <sup>-1</sup>		
Orgânica	0	256,08	115,42	12000,38	507,28	160,90
	2	256,97	118,84	11379,81	394,89	173,00
	4	277,03	123,76	8774,26	483,14	176,93
	6	314,44	129,63	7381,20	473,51	195,46
	8	300,99	135,55	6806,29	380,38	215,13
	10	366,26	149,27	6403,47	345,68	231,70
<b>Média</b>	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>295,29A</b>	<b>128,74A</b>	<b>8790,90A</b>	<b>430,81B</b>	<b>192,19A</b>
<b>R<sup>2</sup></b>		-----	-----	-----	0,86	-----
Mineral	0	228,88	101,93	7205,68	459,68	164,47
	30	246,41	101,45	3550,57	1271,22	207,52
	60	241,92	99,07	2805,83	1679,94	194,90
	90	206,65	97,15	2681,30	1759,52	173,16
	120	155,94	83,03	1944,84	2463,40	230,08
	150	155,17	76,08	1804,28	1607,80	159,15
<b>Média</b>		<b>205,83B</b>	<b>93,12B</b>	<b>3332,08B</b>	<b>1540,26A</b>	<b>188,21A</b>
Int. A*D		NS	NS	NS	**	NS
<b>R<sup>2</sup></b>		-----	-----	-----	0,81	-----
CV (%)		31,02	31,21	40,71	52,14	29,00

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, pra as adubações (orgânica e mineral). NS: não significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, para interação adubação e doses.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Para o acúmulo de ferro houve uma resposta decrescente para a adubação orgânica, quando ocorreu aumento nas doses de esterco de curral, tanto nas folhas como nas inflorescências das plantas de jambu. Por outro lado, observa-se na Tabelas 3 e 4 que as folhas apresentaram maior acúmulo em relação as inflorescência. Segundo Marenco e Lopes (2005), o Fe acumula-se nas folhas mais velhas, sendo relativamente imóvel no floema, porque, nessas folhas, ele se precipita na célula, na forma de óxidos insolúveis, que reduzem a sua entrada no floema, isso pode justificar essa diferença de acúmulo nas partes de jambu nesse trabalho.

Com relação ao manganês houve maior acúmulo nas plantas cultivadas sob adubação mineral, onde se observou média de 5209,82  $\mu\text{g/planta}^{-1}$  nas folhas e 2463,40  $\mu\text{g/planta}^{-1}$  nas inflorescências para a dose de 120  $\text{g/m}^2$  de uréia. Kano, Cardoso e Bôas (2011) obtiveram um acúmulo de Mn de 6,028  $\mu\text{g/planta}^{-1}$  em alface para produção de sementes.

Não houve resposta em termos de acúmulo de zinco em relação as fonte de adubações utilizadas, no caso esterco de curral e uréia. Com relação às doses observou um acréscimo no acúmulo de zinco nas folhas (350,19  $\mu\text{g/planta}^{-1}$ ) e inflorescências (231,70  $\mu\text{g/planta}^{-1}$ ) conforme foram aumentando as doses na adubação orgânica. O acúmulo de zinco na adubação mineral atingiu maior média de 369,35  $\mu\text{g/planta}^{-1}$  e 230,08  $\mu\text{g/planta}^{-1}$  nas folhas e inflorescências, respectivamente na dose de 120  $\text{g/m}^2$  de uréia.

Kano, Cardoso e Bôas (2011) cultivando alface obtiveram na parte aérea total das plantas uma quantidade acumulada de Zn de 2,329  $\mu\text{g/planta}^{-1}$ .

## Conclusão

As plantas de jambu responderam mais a translocação dos nutrientes fósforo (P), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), e ferro (Fe) nas inflorescências e fósforo (P), cálcio (Ca), manganês (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu)

e ferro (Fe) nas folhas para adubação orgânica demonstrando a eficiência de utilização dos nutrientes nessa fonte de adubação indicando que esta foi uma característica determinante na resposta do acúmulo de nutrientes nas folhas e inflorescências de jambu.

As plantas de jambu são mais responsivas à adubação mineral para a translocação de nitrogênio (N) e manganês (Mn), tanto para a folha como para as inflorescências de plantas de jambu.

## Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado à primeira autora.

## Referências

- ALVARENGA, M. A. R.; SILVA, E. C.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Teores e acúmulos de macronutrientes em alface americana, em função da aplicação de nitrogênio no solo e de cálcio via foliar. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 1, p. 1569-1575, dez. 2003. Edição Especial.
- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M. Adubação foliar com silício no crescimento de plantas de jambu. *Cultivando o Saber*, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 160-170, 2010.
- CARDOSO, M. O.; GARCIA, L. C. Jambu. In: CARDOSO, M. O. (Coord.). *Hortaliças não convencionais da Amazônia*. Manaus: EMBRAPA, CPAA, 1997. p. 133-140.
- CARMELLO, Q. A. C. *Curso de nutrição/fertirrigação localizada*. Piracicaba: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1999. 59 p. Apostila.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, Embrapa-CNPS, 1999. 412 p.

- ESPÍNDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 650-654.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 412 p.
- KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 70-77, 2011.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, L. C. *Adubos e adubações*. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafôs, 1997. 319 p.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. *Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa: UFV, 2005. 439 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MELO, P. C. T.; TAMISO, L. G.; AMBROSANO, E. J.; SCHAMMASS, E. A.; INOMOTO, M. M.; SASAKI, M. E.M.; ROSSI, F. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 4, p. 553-559. 2009.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.
- STRINGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. (Ed.). *Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação*. Viçosa: UFV, 2003. 452 p.
- VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. *Frutales y hortalizas promissórias de la Amazônia*. Lima: TCA; Secretaria Protempore, 1996. 110 p.