

ÍNDICES MORFO-FISIOLÓGICOS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE JAMBU INFLUENCIADAS PELA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

MORPHO-PHYSIOLOGICAL INDICES AND ECONOMIC PRODUCTIVITY OF JAMBU CULTIVARS INFLUENCED BY THE ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS

Luciana da Silva BORGES¹; Romy GOTO²; Giuseppina Pace Pereira LIMA³

1. Professora, Doutora, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas, PA, Brasil. luciana.borges@ufra.edu.br; 2. Professora, Doutora, Departamento de Produção Vegetal, Setor Horticultura, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 3. Professora, Doutora, Departamento de Química e Bioquímica, Instituto de Biociências – UNESP; Botucatu, SP.

RESUMO: O jambu pertence à família Asteraceae. Nativa da Amazônia, onde predomina o clima tropical úmido, essa a planta está sendo considerada como uma hortaliça promissora devido, principalmente, à suas qualidades farmacológicas. Apesar dessa novidade, a hortaliça continua invisível nas estatísticas de produção e de mercado no Pará. Realizou-se essa pesquisa com o objetivo de comparar a produtividade econômica e o desenvolvimento fenológico de dois cultivares de jambu, através dos índices morfo-fisiológicos de crescimento de duas cultivares de jambu, influenciada pela adubação orgânica e adubação mineral. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel (São Manuel-SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, campus de Botucatu. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 2), sendo duas adubações (orgânica e mineral) e duas cultivares (Jambuarana e Nazaré), com 6 repetições. Foram avaliadas as seguintes características: Altura de planta (cm), Área foliar (cm²), Massa de matéria fresca (g), Massa de matéria seca (g), Índice de área foliar (IAF), Razão de Área Foliar (RAF), Área Foliar Específica (AFE), Razão de Peso das Folhas (RPF), Quantidade de água na parte aérea (QAPA) (g por conjunto de plantas), Peso específico foliar (PEF) (g cm⁻² por conjunto de plantas) e Produtividade econômica. Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância. Realizou-se o teste de Tukey (1%) para a comparação de médias, utilizando-se o “software” SISVAR. Nas condições em que foi executado este experimento, pode-se verificar que a cultivar Jamburana apresenta bom desenvolvimento fitotécnico, e melhores produtividade econômica e índice morfo-fisiológico quando cultivada sob adubação orgânica, demonstrando que essa adubação aumenta a eficiência agrônômica dessa cultivar.

PALAVRAS-CHAVE: *Spilanthes oleracea*. Biomassa. Produtividade. Fenologia.

INTRODUÇÃO

O jambu (*Spilanthes oleracea* L. (1767) [*Acmella oleracea* (L.) R.K.Jansen (1985)]) pertence à família Asteraceae, nativa da Amazônia, de clima tropical. Essa planta é uma hortaliça bastante cultivada e consumida na região Norte do Brasil, principalmente no Pará, sendo sua maior demanda nos períodos festivos, tais como o Círio de Nazaré e as festas de fim de ano. Popularmente essa planta também é utilizada como erva medicinal, pois segundo os dizeres populares, suas folhas e flores podem ser recomendadas para elaboração de infusões no tratamento de anemia, dor de dente e garganta, sendo sugerido como antibiótico e anestésico. Apesar dessas novidades, a hortaliça continua invisível nas estatísticas de produção e de mercado no Pará. Popularmente essa planta também é utilizada como erva medicinal, pois segundo os dizeres populares suas folhas e flores podem ser recomendadas para elaboração de infusões no tratamento de anemia, dor de dente e garganta,

sendo sugerido como antibiótico e anestésico (BORGES et al., 2013b).

O jambu tem uma produtividade de 3,37 kg m⁻² (Borges et al., 2013a). Borges et al. (2013b), comparando as adubações orgânica e mineral, verificou que as plantas 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 na adubação orgânica, demonstrando a eficiência de utilização dessa fonte de adubação. As plantas de jambu foram mais responsivas à adubação mineral para a translocação de nitrogênio (N) e manganês (Mn), tanto para a folha como para as inflorescências.

No Estado de São Paulo, a produção de jambu já está direcionada para extração do óleo essencial. Segundo Lorenzi e Matos (2002) essa planta possui em torno de 0,7 % de óleo essencial, que está sendo fornecido diretamente para as indústrias de cosméticos, devido sua qualidade farmacológica. Esse efeito farmacológico se deve as

suas substâncias químicas, dentre as quais, o espilantol, trans-cariofileno, germacreno D, L-dodeceno e espatulenol (BORGES et al., 2012). Li-Chen et al. (2008) verificaram o efeito antiinflamatório do espilantol, sugerindo a utilização dessa substância para desenvolvimento de drogas antiinflamatórias.

Essa planta, por apresentar essas propriedades químicas, vem despertando o interesse das empresas farmacêuticas e de cosméticos que as utilizam como matéria prima para seus produtos, e têm optado por plantas cultivadas de forma orgânica, uma vez que esses produtos estarão isentos dos resíduos químicos dos defensivos. Outra forma de utilização é nos restaurantes de comidas exóticas, utilizando a inflorescência do jambu para compor seus pratos diferenciados na gastronomia.

A pesquisa e o desenvolvimento agrícola nos últimos 50 anos tem focado principalmente no aumento da produtividade através da intensificação do uso de insumos para maximizar a renda de agricultor em primeiro lugar e, em segundo lugar, minimizar a escassez de alimentos e fome (ANDOW et al., 2009; BENBROOK, 2009). No entanto os custos ambientais dessa política, tais como o empobrecimento do solo e poluição da água (TEGTMEIER; DUFFY, 2004) só recentemente se tornaram aparentes, e isso levou ao início de uma sensibilização e consequentemente de uma mudança filosófica, orientadas por práticas mais sustentáveis de produção (ALEXANIAN et al., 2009). A agricultura e suas interações com o ambiente começaram a surgir mais fortemente nos domínios político, econômico e sociais, refletindo a crescente importância da sustentabilidade para os consumidores (POINCELOT et al., 2006), que inclui a produção orgânica de alimentos.

No Brasil, o sistema orgânico de produção está regulamentado pela Lei Federal nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (BRAZIL, 2003), que contém normas disciplinares para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade dos produtos orgânicos. O Brasil é forte na produção orgânica de açúcar, soja, café, amêndoas, mel, frutas e hortaliças para o mercado interno. Óleos essenciais orgânicos estão em alta, com o crescimento do mercado de cosméticos orgânicos.

A preferência no mercado por produtos oriundos da adubação orgânica deve ser atribuída à ideia de que estes alimentos possam estar livres de muitos agrotóxicos capazes de induzir uma série de doenças na população, que podem ser desencadeadas pelos organoclorados, fosforados, carbamatos, ou seja, um coquetel de pesticidas que

são utilizados de maneira incorreta e abusiva na agricultura. 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 (BORGES et al., 2013a).

Por intermédio da análise quantitativa de crescimento vegetal é possível avaliar as condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos do ciclo a fim de quantificar o desenvolvimento vegetal. Essa técnica é considerada, portanto, uma ferramenta valiosa no estudo do desempenho vegetal sob diferentes práticas agrícolas, possibilitando a avaliação de seus efeitos sobre o crescimento e o grau de tolerância das plantas (VIANA et al., 2004).

Resultados de pesquisas com a espécie de jambu na literatura com relação ao objetivo proposto nesse trabalho são ainda incipientes e preliminares. Todavia, vem se observando extraordinária expansão da área cultivada com essa espécie em todo o Brasil, devido ao surgimento de novas áreas de produção em outros estados e países. O processo de patenteamento para novos produtos no exterior e uso na gastronomia nacional e internacional estão transformando o jambu em uma hortaliça promissora. Realizou-se essa pesquisa com o objetivo de comparar a produtividade econômica e o desenvolvimento fenológico, através dos índices morfo-fisiológicos de crescimento de duas cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em túnel construído com uma estrutura metálica em arco, com 60 m de comprimento e 6 m de largura, totalizando uma área de 360 m², apresentando pé direito de 2 m. A parte superior foi revestida com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), transparente aditivado anti-UV, com 0,1 mm de espessura, na Fazenda Experimental São Manuel (São Manuel-SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, campus de Botucatu. 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 Espindola et al. (1974), é do tipo mesotérmico, Cwa (subtropical úmido com estiagem no período de inverno). A 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. Os dados climáticos foram obtidos no Departamento de Ciências Ambientais (FCA/UNESP- Botucatu/SP) e estão apresentados na Figura 1.

O solo da área é um Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (EMBRAPA, 1999). Sendo o

solo arenoso recomendado por Borges et al. (2010), como adequado para o cultivo de jambu. Antes da realização do experimento avaliaram-se as características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm (Tabela 1), as quais foram analisadas utilizando-se metodologia proposta por Raij et al. (2001).

Tabela 1. Análise do solo antes do início do experimento.

Amostra	pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	S
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----	mmol _c /dm ³	-----					%	mg/dm ³
Solo	5,3	8	25	---	16	1,2	13	5	19	35	54	---
	Boro	Cobre		Ferro		Manganês					Zinco	
Amostra												
Solo	0,16	1,4		40		11,9					2,2	

Ca-Cálcio; **Mg**-Magnésio; **Al**-Alumínio; **H+Al**-Acidez Potencial; **SB**-Soma de Bases; **CTC**-Capacidade de Troca de Cátions (CTC total); **V**-Saturação em Bases; **M.O**-Matéria Orgânica; **P resina**- Fósforo; **S**- enxofre. Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/ UNESP.

Fonte: Elaboração dos autores.

Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento, por meio de fitas gotejadas distribuídas em três linhas de irrigação por canteiro, que foram instaladas na superfície do solo entre as linhas de plantas, e com emissores espaçados em 20,0 cm. As fitas gotejadoras apresentavam as seguintes características: diâmetro interno de 16 mm; pressão de serviço de 71 kPa; vazão por gotejador de 1,5 L.h⁻¹. Durante todo o ciclo, a irrigação foi realizada duas vezes ao dia, principalmente após o transplante, por um tempo de uma ou duas horas, conforme a necessidade da espécie, observada pelos autores no campo. Ainda não existe ou não foram publicados dados de capacidade de campo e cálculo tempo de tempo de irrigação para espécie.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (2 x 2), sendo duas adubações (orgânica e mineral) e duas cultivares (Jambuarana e Nazaré) com 6 repetições.

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⁻¹; P= 0,95 g kg⁻¹; K =4,35 g kg⁻¹; Ca= 14,14 g kg⁻¹; Mg =1,68 g kg⁻¹; S= 0,31 g kg⁻¹; B= 27,80 mg kg⁻¹; Fe =19826,0 mg kg⁻¹; Cu= 0,01 mg kg⁻¹; Mn =225,0 mg kg⁻¹; Zn= 76,40 mg kg⁻¹. Em

cada célula foram colocadas cinco sementes de jambu. As sementes foram obtidas de produtores do Estado do Pará, com boas características fitossanitárias, no campo de produção. A emergência ocorreu aos sete dias, sendo realizado o desbaste deixando uma plântula por célula.

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 transplante foi realizado aos 40 dias após a semeadura, manualmente, quando as mudas apresentavam seis folhas definitivas, em quatro canteiros de 6 m², colocando-se 18 plantas por linha, sendo que cada canteiro constou de cinco linhas. O espaçamento utilizado foi de 20 x 25 cm. As capinas foram realizadas a cada dez dias, desde o início da instalação da cultura. No período inicial, a capina foi realizada com auxílio de enxadas. Quando as plantas já se apresentavam mais desenvolvidas, a capina passou a ser manual, para não danificar as plantas.

Para adubação orgânica, aplicou-se 8 kg m⁻² de esterco de curral no plantio (Tabela 2), obtido da própria fazenda experimental da UNESP, sendo curtido por um período de 60 dias antes de ser utilizado na pesquisa e para a adubação de

cobertura, foram realizadas aplicações parceladas de 1 kg m⁻² de torta de mamona, que é obtida a partir de resíduos da prensagem da baga da mamona, cuja

composição química básica fornecida na embalagem do produto é nitrogênio 5%; carbono 35%, pH 6, aos 55, 70 e 80 dias após o transplante de plantas.

Tabela 2. Características do composto orgânico (esterco bovino) utilizado no experimento. São Manuel, SP, 2010

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Umidade	MO	C	Ca	Mg	S
% na matéria seca									
Esterco	1,47	1,54	1,38	14,30	41,00	22,80	1,20	0,40	0,30
	Fe	Cu	Mn	Na	Zn	pH	C/N		
mg/Kg de matéria seca									
Esterco	18650	200	364	2580	386	7,80	16/1		

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo – DRN/Ciência do Solo – FCA/UNESP; Fonte: Elaboração dos autores.

Para a adubação mineral utilizou-se 120 g m⁻² de nitrato de amônia, 200 g m⁻² de superfosfato simples e 50 g m⁻² de cloreto de potássio no plantio. Para a adubação de cobertura, aplicou-se 50 g m⁻² de NPK na formulação de (15-15-20), sendo 15 partes de nitrogênio, 15 partes de fósforo e 20 partes de potássio, aos 55, 70 e 80 dias após o transplante.

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, para serem avaliados as seguintes características:

Altura de planta (cm): A altura das plantas foi determinada com auxílio de uma trena, medindo-se a planta do colo até o ápice, em seis plantas por parcela, aos 90 dias após a semeadura.

Área foliar (cm²): Foi determinada com o uso de um integrador de área foliar (LI-COR, LI 3000).

Massa de matéria fresca (g): A massa fresca foi determinada pela pesagem em balança digital, da parte aérea das plantas.

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 em solução contendo 150 mg. L⁻¹ de cloro ativo deixando o material imerso por 5 minutos, visando reduzir a contaminação microbiana do jambu e; a terceira e quarta em água destilada. Após a lavagem, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft identificados com os respectivos tratamentos e, submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C por 48 horas, até se obter massa constante. Depois da retirada desse material da estufa de secagem determinou-se a **Massa seca (g)** pela pesagem em balança digital.

Procedeu-se a análise de crescimento seguindo metodologia descrita por Benincasa (2003), onde:

Índice de área foliar (IAF): determinado através da razão entre os valores da área foliar total e área de solo ocupada pelas plantas, obtidos em cada amostragem para as diferentes cultivares: $IAF = AF_{total}/AS$. Como foi utilizado o espaçamento de 20 x 25 cm, o valor de AS (área do solo) calculado foi de 20 cm²/planta.

Razão de Área Foliar (RAF): Determinada através da razão entre os valores da área foliar total e massa seca total, obtidos em cada amostragem para as diferentes cultivares: $RAF = AF_{total}/MS_{total}$ (dm² g⁻¹).

Área Foliar Específica (AFE): Este parâmetro foi determinado calculando a razão entre a área foliar e a massa seca das folhas: $AFE = AF/MS_{folhas}$ (dm² g⁻¹).

Razão de Peso das Folhas (RPF): A razão de peso de folhas é calculada pela razão entre a massa seca de folhas e a massa seca total: $RPF = MS_{folha}/MS_{total}$ (g g⁻¹).

Quantidade de água na parte aérea (QAPA) (g por conjunto de plantas): A quantidade de água na parte aérea foi obtida através da diferença entre a massa de matéria fresca e seca da parte aérea das plantas avaliadas. $QAPA = MF - MS$ (g).

Peso específico foliar (PEF) (g cm⁻² por conjunto de plantas): O peso específico foliar foi estimado através da divisão da massa seca da parte aérea pela área foliar. $PEF = MS/AF$ (g dm⁻²)

Produtividade Econômica: Foi calculada através da massa fresca das folhas pelo número de plantas por metro quadrado, e para as inflorescências foram utilizados o peso de todas as

inflorescência obtida em cada planta, por metro quadrado.

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com teste F. Quando houve significância para os fatores foi aplicado teste de Tukey (5%) para a comparação de médias. E quando houve a interação significativa foi realizado o o desdobramento da interação. Todas as análises realizadas foram feitas pelo do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

Tabela 3: Comparação de altura da planta, massa fresca total folha (MFTf), massa seca total folha (MSTf), massa fresca total inflorescência (MFTI), massa seca total inflorescência (MSTI), produtividade folha (Prod. folha), Produtividade de inflorescência (Prod. inflo), entre cultivares de jambu, sob adubação orgânica e mineral. Botucatu-SP

Cultivar	Altura --cm--	MFTf --g--	MSTf --g--	MFTI --g--	MSTI --g--	Prod. folha kg m ⁻²	Prod. inflo. kg m ⁻²
A. Orgânica							
Jambuarana	27,24aB	169,62bB	10,52aB	71,99 aA	20,36aA	2,61aA	1,03a A
Nazaré	21,50bB	86,67bB	10,45aB	47,19bA	7,96bA	1,310bB	0,72bA
A. Mineral							
Jambuarana	37,36aA	210,13aA	30,51aA	67,57 aA	9,79aB	2,98aA	1,01a A
Nazaré	29,31bA	206,98aA	24,87bA	50,90bA	8,92aA	2,96aA	0,77bA
Cultivar	**	**	**	**	**	**	**
Adubação	**	**	**	ns	**	**	ns
Int. (AxC)	**	**	**	ns	**	**	ns
CV(%)	12,63	17,89	22,25	16,38	24,90	19,22	17,24

Letras minúsculas comparam médias das cultivares dentro de cada adubação. Letras maiúsculas comparam médias entre adubações para cada cultivar. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Com isso realizou-se uma análise de desdobramento para verificar qual fator representava estatisticamente melhor o resultado para cada característica. Quanto à altura das plantas, constatou-se que a cv. Jambuarana foi superior em relação à cv. Nazaré, tanto na adubação orgânica como na adubação mineral, sendo essa última adubação mais adequada neste trabalho para obtenção de plantas de jambu com maiores médias de altura (37,36 cm) (Tabela 3). Esses valores estão próximos dos encontrados por Borges et al. (2012a) e do citado por Lorenzi e Matos (2002) que preconizam que o jambu atinja de 30 a 40 cm de altura. Esses valores estão acima dos encontrados por Borges et al. (2010), que

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 3, ocorrência de interação entre os fatores para as características altura da planta, massa fresca e seca de folha e massa seca de inflorescência, assim como para produtividade econômica, demonstrando que tanto o fator adubação como o fator cultivar influenciaram nas qualidades fitotécnicas das plantas.

trabalhando com plantas de jambu cv. Jambuarana com doses de silício, obtiveram plantas com 24,8 cm de altura em média. Segundo esses mesmos autores, dentre os minerais, o nitrogênio está relacionado com desenvolvimento, crescimento e diferenciação celular, pois como observa-se pela metodologia, verifica-se a aplicação de nitrato de amônia no experimento, isso justificaria essa interação na altura das plantas de jambu. Para os autores, esses resultados tornam-se importantes sob o ponto de vista de um provável monitoramento da absorção e acúmulo dos nutrientes durante todo o ciclo da espécie.

Para a massa fresca de folha, observa-se que, não ocorre efeito significativo para cultivar

dentro da adubação mineral, no entanto, observa-se na adubação orgânica que a cv. Jambuarana se sobressai em relação à cv. Nazaré, 169,62 g e 86,67 g, respectivamente, de massa fresca. Borges et al. (2010), obtiveram médias de MF de 134,41g em plantas de jambu, cultivadas com adubação silicatada em casa de vegetação, este valor está abaixo do encontrado para a cultivar Jambuarana nesse experimento.

Para massa seca, ocorre o inverso do apresentado para massa fresca, onde na adubação orgânica não houve efeito significativo para as cultivares. Sendo que para massa fresca não houve efeito significativo entre cultivares dentro de a.orgânica e a. mineral, tendo ocorrido apenas diferença entre as adubações para as duas cultivares, sendo maiores os valores encontrados para a. mineral. Essa contradição pode ser justificada pelos dados de água na planta apresentados nesse trabalho (Tabela 4), em que a cv. Jambuarana tem maior valor de acúmulo de água em relação a cv. Nazaré. Em síntese, a cv. Jambuarana acumulou muito mais água que a cv. Nazaré e pelo processo de secagem perdeu-se essa água, chegando a igualdade de massa seca. Sendo que o valor de MS da cv. Jambuarana nesse experimento foi de 30,51g, valor esse acima do encontrado por Borges et al. (2010) trabalhando com a mesma cultivar, que foi de 16,62 g de MST.

Para a massa fresca das inflorescências, a cv. Jambuarana foi superior a cv. Nazaré, tanto na adubação orgânica como na adubação mineral. Porém não ocorrendo efeito significativo das adubações para as cultivares testadas (Tabela 3).

Com relação à massa seca da inflorescência, houve efeito significativo para as cultivares, assim como para as adubações, na qual a cv. Jambuarana foi superior a cv. Nazaré na adubação orgânica em comparação com adubação mineral (Tabela 3). Com esse resultado, sugere-se para obtenção de inflorescência, que segundo Borges et al. (2012), possui um alto teor de espilantol, o cultivo em adubação orgânica. Até o momento não existem ou não foram publicados dados referente a correlação da substância espilantol com a massa seca das inflorescências produzida.

Para Produtividade econômica de folhas, observa-se na Tabela 3 que a cv. Jambuarana (2,61 kg m⁻²) apresentou valor superior à cv. Nazaré na adubação orgânica. Porém, não ocorreu diferença significativa entre as cultivares na adubação mineral. No entanto, as plantas apresentaram maior produtividade na adubação mineral. Essa superioridade na produtividade também foi

observada por Cavallaro Junior et al. (2009) no cultivo de rúcula, e por Gomes et al. (2012) no cultivo com chicória. Borges et al. (2013a), obtiveram médias de produtividade de jambu de 3,37 kg m⁻² em adubação mineral e 2,40 kg m⁻² em adubação orgânica, trabalhando com diferentes doses de nitrogênio. Isso pode ser justificado pelo nitrogênio fornecido na adubação, pois segundo Cardoso e Hiraki, (2001) o fornecimento adequado do nitrogênio permite o crescimento vegetativo, expansão da área fotossintética, além de ativar e elevar o potencial produtivo das hortaliças. De acordo com Coutinho et al. (2006), a parte de maior uso dessa espécie, são as folhas para o uso culinário.

Para a produtividade econômica das inflorescências, constata-se que a cultivar Jambuarana foi superior a cultivar Nazaré, tanto na adubação orgânica como na adubação mineral. Dados referentes à produtividade de inflorescências de jambu são inexistentes ou não publicados até o momento.

Na Tabela 4, verifica-se interação significativa entre os fatores cultivar e adubação para as características de Área foliar (AF), Área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), índice área foliar (IAF) e peso específico da folha (PEF). Enquanto que para as características razão de área foliar (RAF) e quantidade de água na parte aérea (QAPA), observa-se um efeito significativo dentro de adubação para RAF e de cultivar para QAPA. Cancellier et al. (2010), não observaram influência nos índices morfo-fisiológico em alfaces cultivadas com diferentes doses de potássio.

Realizou-se uma análise de desdobramento para verificar qual fator apresentou melhores resultados para cada característica. Para área foliar e AFE constatou-se que a cultivar Jambuarana foi superior a cultivar Nazaré na adubação orgânica, apresentando 2725,05 cm² e 282,94 cm² g⁻¹, respectivamente. A adubação orgânica mostrou-se superior para as duas cultivares testadas (Tabela 4). Borges et al. (2010) obtiveram médias de 1527,64 cm² de área foliar em plantas de jambu (cv. Jambuarana) cultivadas com silício, valor esse abaixo do encontrado neste trabalho. Este fato provavelmente ocorreu pela maior transpiração das plantas em virtude da maior incidência da radiação solar e temperaturas (Figura 1), traduzindo em maior fotossíntese e conseqüentemente maior produção de biomassa. Esses mesmos autores encontraram valor de AFE de 278,81 cm² g⁻¹, valor esse próximo do encontrado nessa pesquisa.

Tabela 4: Índices morfo-fisiológicos de crescimento, Área foliar (AF), Área foliar específica (AFE), Razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF), quantidade de água na parte aérea (QAPA), índice área foliar (IAF) e peso específico da folha (PEF), em cultivares de jambu sob adubação orgânica e mineral. Botucatu-SP

Cultivar	AF	AFE	RAF	RPF	QAPA	IAF	PEF
	cm ²	cm ² g ⁻¹	cm ² g ⁻¹		g		g cm ²
A. Orgânica							
Jambuarana	2725,05aA	282,94aA	96,69aA	0,34bB	216,33aA	3,60aA	0,011aB
Nazaré	1576,61bA	150,49bA	89,60aA	0,58aB	115,87bB	2,36bA	0,010aA
A. Mineral							
Jambuarana	950,52aB	34,81aB	25,83aB	0,74aA	236,13aA	3,35aA	0,048aA
Nazaré	998,79aB	32,35aB	30,82aB	0,69aA	215,80bA	2,54bA	0,031bB
Cultvar	**	**	ns	**	**	**	**
Adubação	**	**	**	**	**	ns	**
Int. (AxC)	**	**	ns	**	**	ns	**
CV(%)	17,25	18,84	9,98	17,45	15,92	16,62	35,51

Letras minúsculas comparam médias das cultivares dentro de cada adubação. Letras maiúsculas comparam médias entre adubações para cada cultivar. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

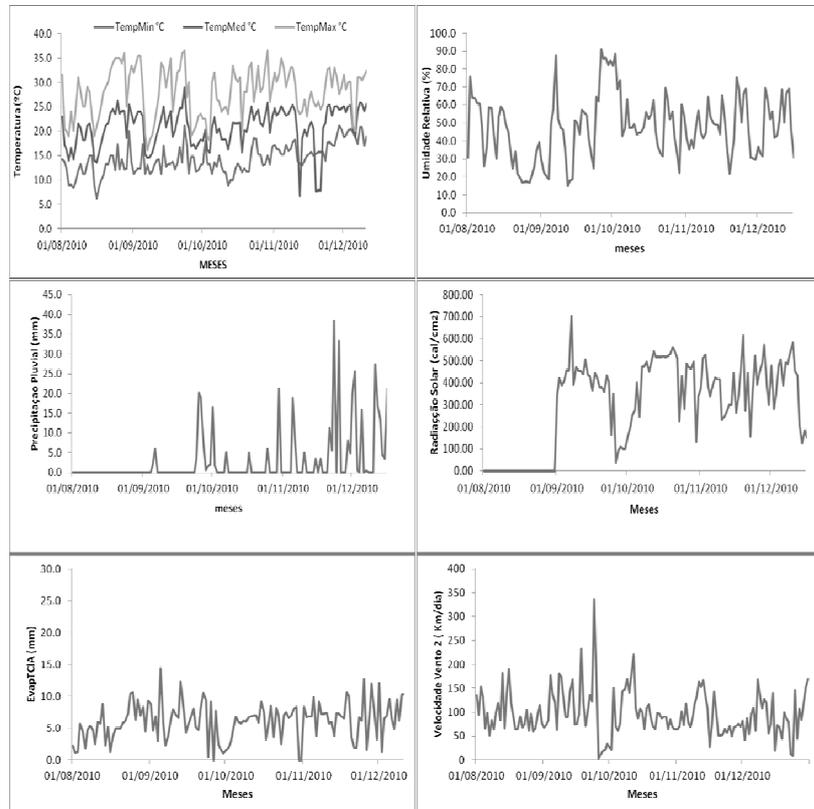


Figura 1: Dados Climatológicos: Temperatura (°C), Umidade Relativa (%), Precipitação Pluvial (mm), Radiação Solar (cal/cm²), EvapTCIA (mm) e Velocidade de Vento 2 (Km/dia) da área experimental de agosto a dezembro.

Para RAF, verifica-se efeito significativo entre as adubações, onde a adubação orgânica foi superior em relação à adubação mineral, apresentando média $96,69 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ para cv. Jambuarana e $89,60 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ para cv. Nazaré. A RAF é basicamente um componente fisiológico, já que é a razão entre o peso de matéria seca retida nas folhas e o peso de matéria seca acumulada na planta toda, isto é, expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para o resto da planta (BENINCASA, 2003). Isso mostra que a quantidade de matéria seca na folha de jambu cultivada sob

Para RPF, a cv. Nazaré foi superior em relação à cv. Jambuarana na adubação orgânica, enquanto que na adubação mineral não houve efeito significativo entre as cultivares (Tabela 4). Borges et al. (2010) obtiveram média de $0,32 \text{ g g}^{-1}$ de RPF em plantas de jambu, sendo que nesse trabalho foram encontrados médias de RPF de $0,58 \text{ g g}^{-1}$ para cv. Nazaré e de $0,34 \text{ g g}^{-1}$ para cv. Jambuarana. Para Falqueto et al. (2009), os aumentos na razão de massa foliar refletem maior alocação de assimilados para as folhas em desenvolvimento, tidas como drenos metabólicos, e o decréscimo desta razão ao longo do desenvolvimento da planta reflete a mobilização de compostos fotoassimilados para outros órgãos da planta. Isto é, provavelmente a translocação de fotoassimilados na cv. Nazaré ocorre com maior intensidade que cv. Jambuarana, sendo que nesta provavelmente ao longo do desenvolvimento da planta ocorre a mobilização de compostos fotoassimilados para outros órgãos da planta.

Para o índice de área foliar (IAF), houve efeito significativo entre as cultivares, onde a cv. Jambuarana foi superior a cv. Nazaré, independente da adubação utilizada. Castro et al. (1987) observaram que de maneira geral o IAF é importante, pois, com o aumento da área foliar promove-se melhor aproveitamento da energia solar relacionada com a geração de fotoassimilados, podendo gerar aumentos de produção. Gomes, et al. (2012) analisando IAF em chicória observaram que o tratamento com aplicação de uréia apresentou 6,75 de IAF, valor esse acima dos apresentados nesse trabalho com jambu.

Com relação à característica de QAPA, houve efeito significativo entre as cultivares, onde a cv. Jambuarana foi superior a cv. Nazaré, independente da adubação utilizada. Borges et al. (2010) obtiveram média de $106,81 \text{ g}$ em plantas de jambu cultivadas em ambiente protegido. Guerrero et al. (2011) obtiveram médias de $20,8 \text{ g}$ em plantas de rúcula cultivadas com silício. Valores esses abaixo do encontrado neste trabalho que foram de

adubação orgânica foi maior, uma vez que não foi translocado para as outras partes da planta, ou seja, a exportação foi menor e conseqüentemente o crescimento das plantas de jambu foi menor, como demonstrado pelos dados de altura (Tabela 3) já discutidos nesse trabalho. Borges et al. (2010) obtiveram média de RAF de $71,26 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ em plantas de jambu (cv. Jambuarana), cultivadas com diferentes doses de silício. Em plantas de rúcula cultivadas com silício, Guerrero et al. (2011) obtiveram média de $194,1 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ de RAF.

$216,33 \text{ g}$ (A. Orgânica) e $236,13 \text{ g}$ (A. Mineral) na cv. Jambuarana.

Para a característica PEF houve efeito significativo sobre a interação entre os tratamentos, sendo que a cultivar Jambuarana foi superior a cultivar Nazaré na Adubação mineral. Em trabalhos com plantas de jambu, Borges et al. (2010) obtiveram média de $0,004 \text{ g cm}^2$ de PEF. No entanto, nesse trabalho obteve-se média de $0,048 \text{ g cm}^2$ de PEF para a cultivar jambuarana. Guerrero et al. (2011) obtiveram média de $0,005 \text{ g cm}^2$ de PEF em rúcula.

De acordo com a Figura 1, durante os 80 dias de cultivo, as condições climáticas foram favoráveis para o cultivo da jambu. Sendo que, as temperaturas médias observadas no local experimento, de agosto a novembro, mantiveram-se acima da faixa de 15°C a 20°C , citada por Cardoso e Garcia (1997) como médias de temperatura ótimas para o bom desenvolvimento vegetativo e florescimento do jambu. No momento da colheita observou-se uma diminuição da temperatura. Nos meses de novembro e dezembro a temperatura ficou na faixa de 10 a 5°C , porém não se observou nenhuma anormalidade nas plantas de jambu nesse período.

As precipitações foram maiores no período da colheita, que ocorreu no mês de dezembro. No entanto, nos outros meses a precipitação foi bem baixa, e a umidade relativa foi baixa também, como verifica-se na Figura 1. Segundo Cardoso e Garcia (1997), o jambu desenvolve-se bem em temperaturas elevadas e umidade relativa do ar em torno de 90%. Para esses mesmos autores, no período chuvoso, as chuvas fortes e excessivas favorecem o aparecimento de doenças, induzem estragos nas plantas e provocam a lavagem dos nutrientes do solo, resultando em baixa produtividade.

As plantas de jambu foram cultivadas em ambiente protegido do tipo túnel, que justificaria o fato do excesso de precipitação pluvial e

temperatura baixa no período da colheita não ter prejudicado o desenvolvimento das plantas.

morfo-fisiológicos, demonstrando que essa adubação aumenta a eficiência agrônômica dessa cultivar.

CONCLUSÃO

A cv. Jamburana apresenta bons desenvolvimento fitotécnico e produtividade econômica na adubação orgânica e melhores índices

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e doutorado sanduiche a primeira autora.

ABSTRACT: The jambu belongs to the family Asteraceae, tropical crop, nowadays, this plant has been considered as a promising vegetable crop, because to its pharmacological properties. Despite this novelty, the vegetable remains invisible in the statistics of production and market in the state of Pará, Brazil. This research was carried out with the aim of comparing the economic productivity and phenological development by the morpho-physiological growth indexes of two cultivars of jambu organic manure and mineral fertilizers. The experiment was carried out at the São Manuel Experimental Farm (São Manuel-SP), which belongs to the Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, campus Botucatu. The experimental design was a factorial randomized blocks (2 x 2) with two fertilization (organic and mineral) and two cultivars (Jambuarana and Nazareth), with six replications, two fertilization (organic and mineral) and two cultivars (Jambuarana and Nazareth). The following characteristics were evaluated: Plant height (cm), Leaf area (cm²), Fresh mass (g), Dry mass (g), Leaf area index (LAI), Leaf area ratio (LAR), Specific leaf Area (SLA), Leaf Weight Ratio (LWR), Amount of water in the plant (QAPA) (g per plant set), Leaf specific weight (LSW) (g cm⁻² per plant set) and Economic productivity. All data were statistically analyzed by analysis of variance and the Tukey test (1%) for mean comparison, with the software SISVAR. In the conditions of this experiment was carried out, it was possible to verify that the cultivar Jamburana had not only a good agronomic development and economic productivity under organic fertilization but also the best morpho-physiological indexes, showing that this kind of fertilization increases the agronomic effectiveness of this cultivar.

KEYWORDS: *Spilanthes oleracea*. Biomass. Productivity. Phenology.

REFERÊNCIAS

- ALEXANIAN, S., METERA, D., SCHULER, T. Setting the stage. In B. D. McIntyre, H. R. Herren, J. Wakhungu, & R. T. Watson (Eds.), *Agriculture at a crossroads. International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development*. Washington, DC: Island Press. p. 1-19. 2009.
- ANDOW, D., BIELEK, P., BROWN, R., GREGORIOU, C., KAMMILI, T., LOYAT, J. Options for action. In B. D. McIntyre, H. R. Herren, J. Wakhungu, & R. T. Watson (Eds.), *Agriculture at a crossroads. International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development*. p. 209–275. Washington, DC: Island Press. 2009.
- BENBROOK, C. The impacts of yield on nutritional quality: Lessons from organic farming. *HortScience*, v. 44, n. 1, p. 12–14. 2009.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (8ações Básicas)**. Ed. 2. Rev. Ampl. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.
- BORGES, L. S., GOTO, R., LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-94. 2013a.
- 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*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 107-116. 2013b.
- 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, p. 135-142. 2012.

- 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal nº 10.831 de dezembro de 2003. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 dez 2003. Seção 1, p.11.
- CANCELLIER, L. L., ADORIAN, G. C., RODRIGUES, H. V. M., SIEBENEICHLER, S. C., LEAL, T.C.A.B. Doses de potássio nas respostas morfofisiológicas de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 21-27, 2010.
- CARDOSO, A. I. I., HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 19, n. 3, p. 328-331, 2001.
- CARDOSO, M. O., GARCIA, L. C. Jambu. In: CARDOSO, M. O. (Coord.). Hortaliças não convencionais da Amazônia. Manaus: EMBRAPA, CPAA, p. 133-140. 1997.
- CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.
- CAVALLARO JÚNIOR, M. L., TRANI, P. E., PASSOS, F. A., NETO, J. K., TIVELLI, S. W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação n e p orgânica e mineral. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009.
- COUTINHO, L.N., APARECIDO, C.C., FIGUEIREDO, M.B. Galhas e deformações em Jambu (*Spilanthus oleraceae* L.) causadas por *Tecaphora spilanthus* (Ustilaginales). 2006. **Summa Phytopathology**, v.32, n.3, p.283-5. 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- ESPINDOLA, C. R., TOSIN, W. A. C., PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., 1973, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 650-651. 1974.
- FALQUETO, A. R., CASSOL, D., MAGALHÃES JUNIOR, A. M., OLIVEIRA, A. C., BACARIN, M. A. Crescimento e partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, v. 68, p. 563-571. 2009.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, p.255-258. 2000.
- GOMES, R. F., SILVA, J. P., SILVA, V. F. A., GUSMÃO, S. A. L., SOUZA, G. T. Diferentes fontes de adubações foliares em chicória da Amazônia. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 73-78, 2012.
- GUERRERO, A. C., BORGES, L. S., FERNANDES, D. M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 591-596. 2011.
- LI-CHEN, W., NIEN-CHU, F., MING-HUI, L., INN-RAY, C., SHU-JUNG, H., CHING-YUAN, H., SHANG-YU, H. Anti-inflammatory Effect of Spilanthol from *Spilanthus acmella* on Murine Macrophage by Down-Regulating LPS-Induced Inflammatory Mediators. **Journal Agric. Food Chemistry**. v. 56, p. 2341–2349. 2008.
- LORENZI, H., MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.

POINCELOT, R. P., FRANCIS, C. A., BIRD, G. W. Overview of the educational social contract: Building a foundation for sustainable agriculture. **In** C. A. Francis, R. P. Poincelot, & G. W. Bird (Eds.), *Developing and extending sustainable agriculture a new social contract* (pp. 1–24). Bringhamton, NY: Haworth Food & Agricultural Product Press™. 2006.

RAIJ, B van, ANDRADE, J. C., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico. 2001, 285 p.

TEGTMEIER, E. M., DUFFY, M. D. External costs of agricultural production in the United States. **International Journal of Agriculture and Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 1–19. 2004.

VIANA, S. B. A, FERNANDES, P. D., GHEYI, H. R., SOARES, F. A. L, CARNEIRO, P. T. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1. p. 23-30. 2004.