

Adubação orgânica na produção de massa seca e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu

Organic fertilization on dry mass production and nutrient accumulation in jambu plants

Fertilización orgánica sobre producción de masa seca y acumulación de nutrientes en plantas de jambu

Recebido: 30/05/2022 | Revisado: 13/06/2022 | Aceito: 16/06/2022 | Publicado: 28/06/2022

Nicholas Taborda Nordi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8931-1777>

Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Brasil

E-mail: nicholasnordi@hotmail.com

Thatiane Nepomuceno Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9077-9104>

Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Brasil

E-mail: thatinepomuceno@hotmail.com

Antonio Ismael Inácio Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3251-9491>

Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Brasil

E-mail: antonio-ismael.cardoso@unesp.br

Vinicius Pereira de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0359-7570>

Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Brasil

E-mail: vipmoraes95@gmail.com

Joseantonio Ribeiro de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3879-4585>

Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Brasil

E-mail: josercmg@gmail.com

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar adubos orgânicos na produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) - UNESP e no sítio Zodíaco, situado no bairro Demétria, município de Botucatu, SP. Foram avaliados seis tratamentos, adubos em cobertura, sendo eles, ferticel[®], provaso[®], torta de mamona, bokashi, farinha de casco e chifre e um controle sem cobertura, em cinco repetições, utilizando delineamento em blocos casualizados. Foram avaliados massa da matéria seca e acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa), em duas colheitas em cada área. Em relação a massa da matéria seca, o adubo casco e chifre resultou em maiores valores, 444,5; 322,5 g m⁻²; 1286,8; 540 g m⁻²; e 1730,8 e 860 g m⁻² nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea, no sítio Zodíaco e na fazenda São Manuel, respectivamente. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes (g m⁻²) na parte aérea das plantas no sítio Zodíaco foi: K (54,37) > N (27,2) > Ca (7,4) > Mg (5,9) > P (4,8) > S (4,6), enquanto na Fazenda São Manuel foi K (23,25) > N (11,4) > Ca (5,3) > P (3,5) > Mg (2,3) > S (1,7).

Palavras-chave: *Acmella oleracea*; Nitrogênio; Adubação em cobertura; Farinha de casco e chifre; Torta de mamona.

Abstract

The objective of this work was to evaluate organic fertilizers in the production of dry matter and accumulation of macronutrients in jambu plants. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the School of Agriculture (FCA) - UNESP and on the Zodiac site, located in the Demétria neighborhood, municipality of Botucatu, SP. Six treatments were evaluated, covering fertilizers, namely ferticel[®], provaso[®], castor bean cake, bokashi, hull flour and horn and a witness without coverage, in five repetitions, using a randomized block design. Dry matter mass and macronutrient accumulation in the inflorescences, vegetative part and aerial part (inflorescences + vegetative part) were evaluated in two harvests in each area. Regarding the dry matter mass, the hull and horn fertilizer resulted in higher values, 444.5, 322.5 m⁻²; 1286.8, 540 m⁻²; and 1730.8 and 860 m⁻² of accumulation in the inflorescences, vegetative and aerial parts, at the zodiac site and on the São Manuel farm, respectively. The decreasing order of nutrient accumulation (g m⁻²) in the aerial part of the plants at the Zodiac site was: K (54.37) > N (27.2) > Ca (7.4) > Mg (5.9) > P (4.8) > S (4.6), while at Fazenda São Manuel it was K (23.25) >

N (11.4) > Ca (5.3) > P (3.5) > Mg (2.3) > S (1.7).

Keywords: *Acmella oleracea*; Nitrogen; Cover fertilization; Hoof and horn; Castor bean pie.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar fertilizantes orgánicos en la producción de materia seca y acumulación de macronutrientes en plantas de jambu. Los experimentos se realizaron en la Granja Experimental de São Manuel, SP, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas (FCA) - UNESP y en el sitio Zodiac, ubicado en el barrio Demétria, Botucatu, SP. Se evaluaron seis tratamientos, cubriendo fertilizantes, a saber, ferticel®, provaso®, tarta de castor, bokashi, harina de cascarilla y cuerno y un testigo sin cobertura, en cinco repeticiones, utilizando un diseño de bloques al azar. Se evaluó la acumulación de materia seca y macronutrientes en las inflorescencias, parte vegetativa y aérea (inflorescencias + parte vegetativa) en dos cosechas en cada zona. En relación a la masa de materia seca, el fertilizante de casco y asta resultó con valores más altos, 444,5; 322,5 gramos m⁻²; 1286.8; 540g m⁻²; y 1730.8 y 860 gm⁻² en las inflorescencias, parte vegetativa y parte aérea, en el sitio Zodíaco y en la finca São Manuel, respectivamente. El orden decreciente de acumulación de nutrientes (g m⁻²) en la parte aérea de las plantas en el sitio Zodiac fue: K (54,37) > N (27,2) > Ca (7,4) > Mg (5,9) > P (4,8) > S (4,6), mientras que en Fazenda São Manuel fue K (23,25) > N (11,4) > Ca (5,3) > P (3,5) > Mg (2,3) > S (1,7).

Palabras clave: *Acmella oleracea*; Nitrógeno; Fertilización con topdressing; Harina cascarilla y cuerno; Tarta de castor.

1. Introdução

Acmella oleracea, popularmente conhecida como “jambu”, é uma hortaliça Amazônica, herbácea perene, pertencente à família das Asteráceas, que ocorre majoritariamente no norte do Brasil (Sampaio et al., 2019). Seu consumo é bastante difundido, sobretudo na culinária da região Norte (Homma, 2014). O seu uso não se limita apenas à alimentação, podendo ser utilizado também na forma medicinal (Gusmão & Gusmão, 2013).

O jambu tem despertado o interesse da indústria farmacêutica e cosmética, devido a presença do espilantol, pois inúmeros testes comprovaram a ação antiinflamatória, analgésica e anestésica desse composto (Gaia et al., 2020). A produção para comercialização geralmente é feita em pequenas propriedades, na forma de agricultura familiar, e enfrenta diversos problemas técnicos que tornam o processo ineficiente, gerando baixas produtividade, padronização e qualidade do produto (Sampaio et al., 2018). Normalmente, a produção é feita no sistema orgânico.

Alimentos de origem orgânica são considerados de grande sucesso de sustentabilidade na história da indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, contando com mais de 300 selos ecológicos, representando alguns atributos éticos, ambientais e sustentáveis (Sahota, 2020). Segundo Sahota (2020), o sistema orgânico representa um dos setores alimentícios de mais rápido crescimento, mesmo constituindo 1% das terras agrícolas globais e menos de 5% das vendas no varejo na maioria dos países desenvolvidos, ultrapassando a marca de 100 bilhões em 2018 e, atualmente, superando a marca de 105,5 bilhões de dólares por ano.

Atrelado a isso, a busca por alternativas de adubação que possibilitem minimizar os impactos causados pelos adubos inorgânicos não renováveis e a preocupação com o meio ambiente, proporciona menor dependência dos mercados, promovendo, dessa forma, um meio mais correto de exploração dos recursos naturais (Pereira et al., 2011).

Uma das principais dificuldades enfrentadas pela agricultura orgânica reside no aporte de nutrientes aos sistemas produtivos, especialmente o nitrogênio (Castro et al., 2005). O adubo orgânico deve apresentar elevada capacidade para disponibilizar os nutrientes em velocidade compatível com a demanda da cultura, e, sobretudo, conter vários nutrientes minerais, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio (Primavesi, 2016).

Com a rápida ciclagem da matéria orgânica, em função da grande atividade microbológica, se torna necessária a constante adubação e atenção aos processos físicos e biológicos que são altamente dependentes da matéria orgânica (Nikitin et al., 2018). A prática de adubar de forma orgânica vem com o propósito de melhorar as estruturas físicas, biológicas e químicas do solo, pois destes vem a energia e nutrientes para o funcionamento de ciclos biológicos de organismos vivos e processos químicos envolvendo a fertilidade do solo e nutrição das plantas (Quiroz & Flores, 2019).

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta, bem como as fontes de adubo, fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação e tomada de decisão em cultivos agrícolas. O uso de resíduos na agricultura é uma alternativa para suprir as necessidades de adubações sem aumentar os custos (Ochecová et al., 2017).

Em função da considerável remoção de massa verde do campo, o jambu pode ser considerado uma cultura esgotante do solo. Toda sua produção pode ser comercializada (folhas + hastes + inflorescências), sendo uma cultura bastante exigente devido ao seu ciclo rápido. Com isso, se torna necessário conhecer o balanço de nutrientes através da diferença entre a entrada dos elementos via adubação e a exportação do produto final, essencialmente importante para programas de adubação (Grangeiro et al., 2018)

Diante disso, o manejo adequado da adubação orgânica se torna extremamente importante, enfatizando novas fontes, métodos de aplicação e quantidades dos adubos a serem utilizados, visando suprir as necessidades das plantas e a reposição dos nutrientes exportados pela colheita (Valarini et al., 2011).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar fontes de adubos orgânicos na produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu.

2. Metodologia

Os experimentos foram conduzidos em duas localidades: no sítio Zodíaco (produtor Adriano Lopes de Souza), situado no bairro Demétria, município de Botucatu, SP, localizado a 22° 58' 11" S, 48° 23' 56" W e altitude de 870 m e na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), localizada a 22° 46'35" S, 48° 34'44" W e altitude de 740 m. O clima para as duas localidades, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico do tipo Cwa, subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco (Alvares et al., 2014).

Antes da instalação dos experimentos foram realizadas coletas de solo nas duas localidades para análise química. As amostras de solo foram obtidas a partir de 15 sub-amostras, retiradas das áreas experimentais na profundidade de 0-20 cm. Para o sítio Zodíaco foram obtidos os seguintes resultados: $pH_{(CaCl_2)} = 4,5$; $M.O. = 19 \text{ g dm}^{-3}$; $P_{resina} = 9 \text{ mg dm}^{-3}$; $Al^{3+} = 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $H+Al = 29 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $K = 0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Ca = 15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg = 5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $SB = 20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $CTC = 49 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $V\% = 41 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $S = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $B = 0,22 \text{ mg dm}^{-3}$; $Cu = 5,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $Fe = 31 \text{ mg dm}^{-3}$; $Mn = 2,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $Zn = 0,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Para a fazenda de São Manuel foram obtidos os seguintes resultados: $pH_{(CaCl_2)} = 5,8$; $M.O. = 13 \text{ g dm}^{-3}$; $P_{resina} = 190 \text{ mg dm}^{-3}$; $Al^{3+} = 0$; $H+Al = 11$; $K = 3,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Ca = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $Mg = 7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $SB = 22 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $CTC = 33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $V\% = 67$; $S = 5 \text{ mg dm}^{-3}$; $B = 0,22 \text{ mg dm}^{-3}$; $Cu = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $Fe = 47 \text{ mg dm}^{-3}$; $Mn = 5,8 \text{ mg dm}^{-3}$; $Zn = 18,2 \text{ mg dm}^{-3}$.

No Sítio Zodíaco, a calagem foi realizada com antecedência de 90 dias antes do transplante das mudas. O preparo de solo foi realizado dia 11 de outubro de 2019, com a incorporação em pré-plantio de cama aviária na dose de 40 t ha⁻¹ proposto por Trani et al. (2014) para a cultura do agrião d'água, e utilizada para jambu pelos produtores da região.

Foram avaliados cinco tratamentos correspondentes aos adubos que são normalmente utilizados em cobertura pelos produtores locais, sendo eles: ferticel® (Fertilizante Orgânico Simples Classe A), provaso® (Fertilizante Orgânico Classe A), torta de mamona (Nutrisafra®), bokashi (Nutrisafra®), farinha de casco e chifre e um controle sem adubação em cobertura. Todas as parcelas foram adubadas em pré-plantio apenas com esterco aviário, inclusive a testemunha. Em cobertura, a adubação foi realizada de acordo com o teor de nitrogênio encontrado nas análises dos adubos orgânicos (Quadro 1), seguindo a recomendação de 50 Kg de N ha⁻¹ proposta por Trani et al. (2014). Sendo assim, por metro quadrado, foram aplicados: ferticel: 320,5 g; provaso: 1420 g; torta de mamona: 116 g; bokashi: 210 g; farinha de casco e chifre: 34,2 g. O delineamento

experimental foi de blocos ao acaso, com cinco repetições de 20 covas por parcela, sendo avaliadas as 4 covas centrais, consideradas como parcela útil.

Quadro 1 – Análise de macronutrientes dos adubos utilizados.

Adubos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Umidade	M.O.
	----- * % (ao natural) -----							
Cama aviária	1,28	3,25	2,33	---	---	---	4,0	---
Ferticel	1,56	2,88	3,28	---	---	---	20,0	---
Provaso	0,35	0,46	0,67	1,61	0,29	0,30	36,0	19,0
Torta de mamona	4,34	0,93	0,96	0,69	0,48	0,29	6,0	42,0
Bokashi	2,39	2,00	1,58	5,21	0,56	0,48	7,0	47,0
Farinha de casco e chifre	14,59	0,20	0,11	0,17	0,06	1,33	8,0	92,0

Fonte: Autores.

As mudas utilizadas no produtor, sítio Zodíaco, foram feitas no viveiro de mudas da FCA, em Botucatu, SP. Foi utilizada a variedade de jambu com flores amarelas. A semeadura foi realizada dia 23 de setembro de 2019, em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato Carolina Soil, com sete a dez sementes por célula, seguindo o mesmo protocolo que o produtor utiliza. Estas permaneceram no viveiro até o momento do transplante, realizado dia 28 de outubro de 2019. A primeira adubação em cobertura foi realizada no dia 10 de novembro de 2019. No dia 12 de dezembro de 2019 foi realizado o primeiro corte/colheita. Após a colheita, foi feita nova adubação em cobertura (16 de dezembro de 2019), com os mesmos adubos e quantidades utilizados anteriormente. Nas duas adubações em cobertura, os adubos foram aplicados nas entrelinhas e incorporados com enxada. O segundo corte/colheita foi feito no dia 17 de fevereiro de 2020.

Na fazenda experimental de São Manuel, as mudas utilizadas também foram feitas no viveiro da FCA, de forma semelhante as que foram feitas para a instalação do experimento no produtor. A semeadura foi realizada no dia 11 de outubro de 2019. Em seguida, foram transplantadas em canteiros, no dia 2 de dezembro de 2019. A primeira adubação em cobertura foi feita no dia 15 de dezembro de 2019 e o primeiro corte/colheita no dia 5 de fevereiro de 2020. A segunda adubação em cobertura foi feita no dia 7 de fevereiro de 2020 e o segundo corte/colheita no dia 26 de março de 2020. O sistema de irrigação adotado foi por aspersão, realizado diariamente durante todo o ciclo de cultivo, com lâmina média de 6 mm de água por dia. O controle de plantas invasoras foi realizado através de capinas manuais.

Nas duas áreas, as mudas foram transplantadas em canteiros (1,0 m de largura e 0,20 m de altura) no espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre covas, totalizando 20 covas por m².

As colheitas foram feitas sempre pela manhã quando se observou a abertura da maioria dos botões florais. Foram realizadas duas colheitas por localidade devido ao fato das plantas rebrotarem após o corte. Os ramos foram cortados/colhidos rente ao solo de forma manual utilizando tesoura de poda, deixando cerca de 7 cm, propiciando a rebrota. Após cortadas, as plantas foram levadas para o laboratório do Departamento de Produção Vegetal, setor de Horticultura, da FCA/UNESP onde foi feita a separação das inflorescências do restante do material vegetal produzido.

Em cada colheita, avaliaram-se a massa da matéria seca das inflorescências e da parte vegetativa (determinadas após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C até atingir massa constante, sendo avaliadas em balança digital de precisão de 0,01 g) e calculada a massa da matéria seca da parte aérea (massa da matéria seca da parte vegetativa somada a das inflorescências). Também foram avaliados o acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e da parte aérea

(inflorescências + parte vegetativa). O material proveniente dos cortes foram misturados de forma proporcional a matéria seca encontrada nas amostras e enviados para análise de teores.

Para quantificar os teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) a parte vegetativa foi separada das inflorescências, sendo, em seguida, lavadas em água corrente e em água destilada e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante. Em seguida, as amostras foram processadas em moinho tipo Willey® em peneira de 2 mm e acondicionadas em recipientes fechados e enviadas para análise dos teores, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) no laboratório de nutrição mineral de plantas pertencente ao Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Campus de Botucatu. As análises realizadas contemplaram as duas localidades separadamente, diferenciando a parte vegetativa das inflorescências.

A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando a determinação do teor de nitrogênio total e a digestão nítrica - perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos teores dos outros macronutrientes. A partir das análises químicas, são determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg⁻¹ de matéria seca. O acúmulo dos nutrientes foi obtido pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa de material seco da amostra.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico AGROESTAT (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

3. Resultados e Discussão

No sítio Zodíaco, todos os adubos avaliados promoveram maior massa da matéria seca em comparação ao controle sem adubação em cobertura, tanto de inflorescências, como da parte vegetativa e da parte aérea (inflorescência + parte vegetativa), com destaque para a farinha de casco e chifre que foi superior aos demais adubos, seguido do tratamento com torta de mamona, que também foi superior aos outros três adubos (Tabela 1).

Tabela 1 - Acúmulo de massa da matéria seca e de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa) das plantas de jambu, cultivadas sob manejo orgânico com diferentes adubos aplicados em cobertura, sítio Zodíaco

Tratamentos	Massa da matéria seca (g m ⁻²)	Acúmulo de nutrientes (g m ⁻²)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inflorescências							
Controle	217,3 d	5,5 d	1,0 c	5,3 c	1,0 c	0,9 b	0,6 c
Torta de mamona	379,5 b	10,0 b	1,8 a	10,2 a	1,8 ab	1,8 a	1,1 a
Bokashi	307,5 c	7,7 c	1,5 b	7,5 b	1,3 c	1,3 b	0,8 bc
Provaso	285,2 c	7,1 cd	1,4 b	7,5 b	1,3 bc	1,3 b	0,9 ab
Ferticel	291,5 c	7,1 cd	1,4 b	7,1 b	1,2 c	1,2 b	0,7 bc
Farinha de casco e chifre	444,5 a	12,6 a	1,9 a	10,7 a	2,2 a	2,0 a	1,1 a
CV	4,0%	8,2%	6,8%	8,0%	11,8%	8,8%	10,1%
Parte vegetativa							
Controle	516,8 d	10,2 b	2,1 d	25,9 c	3,8 c	2,8 c	2,8 a
Torta de mamona	1086,8 b	27,7 a	3,9 ab	61,9 a	7,0 ab	5,4 ab	3,5 a
Bokashi	844,8 c	14,6 b	2,9 cd	43,7 b	6,3 abc	4,2 bc	3,9 a
Provaso	748,8 c	14,8 b	3,1 bcd	36,0 bc	4,9 bc	3,9 bc	4,1 a
Ferticel	749,8 c	14,1 b	3,2 bc	40,8 b	5,5 bc	3,9 bc	3,7 a
Farinha de casco e chifre	1286,8 a	31,4 a	4,3 a	69,3 a	8,5 a	6,6 a	4,2 a
CV	5,8%	20,1%	10,3%	9,3%	15,0%	12,6%	13,4%
Parte aérea							
Controle	734 e	15,8 b	3,2 c	31,2 c	4,8 c	3,8 c	3,4 b
Torta de mamona	1466 b	37,8 a	5,8 a	72,2 a	8,8 ab	7,2 a	4,7 ab
Bokashi	1152 c	22,4 b	4,4 b	51,2 b	7,6 b	5,6 b	4,8 ab
Provaso	1013,5 d	22,0 b	4,5 b	43,5 b	6,2 bc	5,3 bc	5,0 a
Ferticel	1041,3 cd	21,5 b	4,7 b	48,0 b	6,7 bc	5,1 bc	4,5 ab
Farinha de casco e chifre	1730,8 a	44,1 a	6,3 a	80,16 a	10,8 a	8,73 a	5,4 a
CV	13,7%	12,3%	7,7%	7,8%	12,6%	9,4%	11,3%

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Na Fazenda São Manuel foram obtidos resultados semelhantes, isto é, os tratamentos que resultaram em maiores massas da matéria seca (inflorescências, parte vegetativa e parte aérea) foram a farinha de casco e chifre, seguida da torta de mamona (Tabela 2). No entanto, nem todos os tratamentos com adubação em cobertura foram superiores ao controle. Aparentemente, as plantas de jambu não puderam expressar todo seu potencial produtivo no cultivo na Fazenda São Manuel (Tabela 2), sendo o acúmulo de matéria seca muito inferior (em média 55%) em comparação às plantas do sítio Zodíaco (Tabela 1). Isso provavelmente se deve ao fato de haver competição entre as plantas de jambu e as plantas espontâneas no decorrer do experimento.

No produtor a capina era mais frequente que na Fazenda São Manuel, pois não pode haver contaminação por plantas daninhas no material vendido às empresas, o que faz com que o produtor esteja sempre capinando. As plantas daninhas competem com as plantas cultivadas por fatores limitantes do meio, principalmente por nutrientes, água, luz e espaço (Pitelli, 2004) e, indiretamente, servindo de hospedeiras para patógenos causadores de doenças e pragas importantes a algumas culturas, além de interferirem na produtividade (Guerra, 2021).

Tabela 2 - Acúmulo de massa da matéria seca e de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa) das plantas de jambu, cultivadas sob manejo orgânico, com diferentes adubos aplicados em cobertura, São Manuel.

Tratamentos	Massa da matéria seca (g m ⁻²)	Acúmulo de nutrientes (g m ⁻²) - São Manuel					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Inflorescências							
Controle	175 d	4,1 b	1,1 b	5,0 c	0,9 c	0,6 c	0,5 a
Torta de mamona	252,5 ab	5,6 ab	1,5 ab	7,2 ab	1,2 ab	0,9ab	0,5 a
Bokashi	210 bc	4,8 b	1,3 b	6,0 bc	1,0 abc	0,8 bc	0,6 a
Provaso	205 cd	4,6 b	1,2 b	5,5 bc	0,9 bc	0,7 c	0,6 a
Ferticel	217,5 bc	4,9 b	1,3 b	5,7 bc	1,0 bc	0,8 bc	0,6 a
Farinha de casco e chifre	322,5 a	7,3 a	1,8 a	8,1 a	1,3 a	1,0 a	0,7 a
CV	11,2%	13,7%	11,7%	9,8%	9,1%	9,2%	12,3%
Parte vegetativa							
Controle	355,0 c	5,2 b	1,9 a	13,4 b	3,5 a	1,1 b	0,8 c
Torta de mamona	447,5 ab	6,3 b	2,2 a	17,7 ab	4,2 a	1,5 ab	0,9 bc
Bokashi	400,0 bc	6,0 b	2,0 a	15,8 ab	4,2 a	1,4 ab	1,0 bc
Provaso	380,0 bc	5,5 b	2,0 a	15,5 ab	4,0 a	1,4 ab	1,4 a
Ferticel	417,5 abc	6,5 ab	2,4 a	18,3 ab	4,5 a	1,7 a	1,4 a
Farinha de casco e chifre	540,0 a	7,9 a	2,6 a	21,0 a	4,9 a	1,9 a	1,2 ab
CV	5,8%	8,6%	18,9%	13,0%	13,6%	11,7%	11,1%
Parte aérea							
Controle	527,5 c	9,3 b	3,1 a	18,4 b	4,4 a	1,8 c	1,3 c
Torta de mamona	700,0 ab	11,9 b	3,7 a	24,9 ab	5,5 a	2,5 ab	1,5 bc
Bokashi	621,5 bc	10,9 b	3,3 a	21,9 ab	5,2 a	2,2 bc	1,7 abc
Provaso	582,5 bc	10,1 b	3,2 a	21,0 b	5,0 a	2,1 bc	2,0 a
Ferticel	632,5 b	11,4 b	3,7 a	24,1 ab	5,5 a	2,5 abc	2,0 a
Farinha de casco e chifre	860,0 a	15,2 a	4,4 a	29,2 a	6,2 a	3,0 a	1,9 ab
CV	5,1%	9,0%	14,9%	11,4%	11,9%	10,0%	9,4%

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Com a utilização da farinha de casco e chifre obteve-se aumento, no sítio Zodíaco, de 105, 148 e 135% na massa da matéria seca das inflorescências, parte vegetativa e parte aérea, respectivamente, em relação ao controle, mostrando a importância da adubação orgânica em cobertura, mesmo para culturas de ciclo curto como o jambu. No entanto, a taxa de aumento de produção de matéria seca dependeu do adubo utilizado.

Considerando-se que a quantidade de N aplicada em cobertura foi a mesma (50 kg ha⁻¹) para todos os adubos (exceto o controle sem adubação em cobertura), as diferenças observadas entre os adubos devem ser devido a outros fatores, tais como a velocidade de liberação do N, e dos outros nutrientes, pelos adubos orgânicos. Segundo Laber (2003), a farinha de casco e chifre é considerada como um dos adubos orgânicos mais eficientes para a liberação de nutrientes, principalmente nitrogênio. Também Almeida et al. (2021) relataram ser este adubo mais eficiente na liberação de nitrogênio em comparação a outros adubos orgânicos, tais como farinha de ossos, farinha de sangue e torta de mamona. De acordo com esta autora, a torta de mamona foi o segundo adubo orgânico testado mais eficiente na liberação de nitrogênio, o que está de acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa. Segundo Severino et al. (2004), a torta de mamona é um material com elevada atividade microbiana e a sua decomposição é muito rápida e os nutrientes são mais rapidamente liberados e aproveitados pelas plantas.

Relatos de aumento de massa da matéria seca de inflorescências de jambu em função da adubação orgânica são encontrados na literatura. Oliveira e Inneco (2015) relataram aumento em função das doses (0,0 a 4,0 kg m⁻²) de esterco bovino em cobertura. Grangeiro et al. (2018) também obtiveram aumento da massa da matéria seca de inflorescências em função das

doses (0,0 a 10,0 kg m⁻²) de composto e húmus de minhocas, aplicados antes do plantio e em cobertura, de forma parcelada, após 10 e 20 dias depois do transplantio.

Os aumentos expressivos obtidos com o adubo farinha de casco e chifre (mais de 100% em relação ao controle) mostram a vantagem deste tratamento, principalmente os aumentos da massa da matéria seca das inflorescências, que é a parte da planta mais valorizada pelas indústrias farmacêutica e cosmética na cultura do jambu, por possuírem maior teor de espilantol, afetando diretamente no valor do produto final (Dubey et al., 2013).

Trabalhos envolvendo farinha de casco e chifre são escassos. Cavallaro Júnior et al. (2009) relataram efeito positivo e significativo da adubação nitrogenada com farinha de casco e chifre para a produção e massa média dos frutos de tomate, em relação à testemunha absoluta e ao tratamento sem adubação nitrogenada. Kuyumjian (2014), avaliando desenvolvimento de capim mombaça, obteve aumento linear para acúmulo de matéria seca da parte aérea em função do aumento das doses de nitrogênio, quando usada a fonte farinha de casco e chifre.

Trabalhos utilizando torta de mamona evidenciam os benefícios e aumentos de matéria seca em diversas espécies. Borges et al. (2013) obtiveram aumento de produção de jambu, aplicando torta de mamona em cobertura. Silva et al. (2016) obtiveram valores crescentes de matéria seca da parte aérea e raiz da beterraba aplicando este adubo em cobertura, enquanto Cardoso et al. (2020) também observaram aumento linear de massa da matéria seca do repolho conforme aumento das doses deste adubo.

Além da farinha de casco e chifre e da torta de mamona, também os tratamentos com ferticel e bokashi diferiram do controle sem cobertura no acúmulo de matéria seca das inflorescências nos dois experimentos (Tabelas 1 e 2). O bokashi disponibiliza nutrientes na forma de quelatos orgânicos, prendendo-se às estruturas orgânicas proporcionando maior fixação no solo (Soares, 2018) e pode ser aplicado no solo antes do plantio ou em cobertura (Penteado, 2010; 2018; Silva et al., 2018). De acordo com a revisão bibliográfica de Vicente (2020), realizada por meio do instrumento de pesquisa Periódico Capes, através das bases Scopus e Web Of Science (WOS), foram encontrados poucos trabalhos envolvendo o bokashi, evidenciando a escassez de informação e pesquisas em solos tropicais como é o caso do Brasil.

Apesar das diferenças de resultados nos dois locais para acúmulo de matéria seca, observa-se a importância da aplicação de adubos orgânicos em cobertura, mesmo para espécies de ciclo curto como o jambu, com aumentos significativos em relação ao controle sem adubação em cobertura. Segundo Monsalve et al. (2017), a aplicação de adubos orgânicos pode promover maior atividade microbiana no solo e, conseqüentemente, disponibilizar nutrientes para as plantas, sendo de extrema importância, ainda mais em solos tropicais onde a decomposição da matéria orgânica ocorre rapidamente, além de favorecer a vida microbiana no solo que, por sua vez, promove a ciclagem de nutrientes, tornando-os disponíveis para as plantas (Silva et al., 2018).

No Sítio Zodíaco, houve diferença significativa entre os adubos utilizados para o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea total das plantas de jambu. O acúmulo de S apresentou diferença estatística apenas para as inflorescências e parte aérea (Tabela 1).

Na Fazenda Experimental de São Manuel, houve diferença significativa entre os adubos utilizados para o acúmulo de N, K e Mg nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea nas plantas de jambu. O acúmulo de P e Ca apresentaram diferença apenas para as inflorescências, e o acúmulo de S só apresentou diferença para a parte vegetativa e parte aérea (Tabela 2).

A maioria das diferenças nos acúmulos de nutrientes acompanharam as diferenças no acúmulo de matéria seca de cada parte da planta (inflorescência, parte vegetativa e total), pois o acúmulo de nutrientes é calculado a partir do acúmulo de matéria seca.

Na parte vegetativa a ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes no sítio Zodíaco (Tabela 1) foi (média em g m^{-2}): K (46,2) > N (18,8) > Ca (6) > Mg (4,4) > S (3,7) > P (3,25), enquanto na Fazenda São Manuel (Tabela 2) foi K (16,95) > N (6,2) > Ca (4,21) > P (2,18) > Mg (1,5) > S (1,11).

Para a parte aérea, a ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes no sítio Zodíaco (Tabela 1) foi (média em g m^{-2}): K (54,37) > N (27,2) > Ca (7,4) > Mg (5,9) > P (4,8) > S (4,6), enquanto na Fazenda São Manuel (Tabela 2) foi K (23,25) > N (11,4) > Ca (5,3) > P (3,5) > Mg (2,3) > S (1,7), tendo por diferença a inversão entre o P e o Mg. A principal diferença é o P que foi apenas o quinto mais acumulado no sítio Zodíaco, enquanto na Fazenda São Manuel foi o quarto, provavelmente pela maior disponibilidade deste nutriente no solo na Fazenda São Manuel (190 mg dm^{-3}) em relação ao solo no sítio Zodíaco (9 mg dm^{-3}).

O acúmulo de macronutrientes nas inflorescências no sítio Zodíaco (Tabela 1) apresentou a seguinte ordem decrescente (média em g m^{-2}): N (8,3) > K (8) > Ca (1,4) > Mg (1,4) > P (1,5) > S (0,8), e na Fazenda Experimental de São Manuel (Tabela 2, média em g m^{-2}): K (6,2) > N (5,2) > P (1,3) > Ca (1,0) > Mg (0,8) > S (0,5). O nutriente mais acumulado nas inflorescências no sítio Zodíaco foi o N enquanto na Fazenda São Manuel foi o K, talvez pelo fato do teor disponível originalmente no solo nesta fazenda ser 1066% superior em relação ao sítio Zodíaco: 3,5 e $0,3 \text{ mmolc dm}^{-3}$. Isto pode ser indício de absorção de luxo, isto é, excesso de absorção pelo fato do nutriente estar disponível em níveis muito superiores ao necessário e já foi relatado em outras espécies de hortaliças (Aguilar, 2019).

Em pesquisa realizada por Souto (2016), os valores máximos acumulados pelas inflorescências das plantas foram 238,93, 42,35 e $422,2 \text{ mg tufo}^{-1}$ de N, P e K, respectivamente, no genótipo 'Flor roxa' e de 293,85, 44,76 e $460,94 \text{ mg turfo}^{-1}$, respectivamente, no genótipo 'Flor amarela', sendo o fósforo o nutriente de menor acúmulo pelo jambu. Na presente pesquisa, esses valores variaram de 8,3; 1,5 e 8 no Sítio Zodíaco e 5,2; 1,3 e 6,2 (g m^{-2}) para São Manuel, para o N, o P e o K, respectivamente. Em média, foram acumulados na parte aérea 4,8 e $3,5 \text{ g m}^{-2}$ de P no sítio Zodíaco e na Fazenda São Manuel, respectivamente, valores superiores aos descritos por Grangeiro et al. (2018) e por Borges et al. (2013): $1,4 \text{ g m}^{-2}$ de P acumulado.

De uma forma geral, as quantidades de fósforo retiradas do solo pelas hortaliças são baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Os sintomas característicos de plantas deficientes em P é a manifestação de um verde-escuro nas folhas ou azul-esverdeado, e, em caso de deficiência severa, podem ter o crescimento reduzido (Sampaio et al., 2019). Porém, no presente estudo não foram observados sintomas de deficiência nas plantas estudadas mesmo no sítio Zodíaco (9 mg dm^{-3}), onde o teor de P no solo foi bem inferior ao da fazenda São Manuel (190 mg dm^{-3}).

Em relação ao N, a média encontrada para as inflorescências foi de 8,3 e $5,2 \text{ g m}^{-2}$, enquanto para a parte vegetativa foi de 18,8 e $6,2 \text{ g m}^{-2}$ para o Sítio Zodíaco e São Manuel, respectivamente. Grangeiro et al. (2018) encontraram acúmulo de 5,1 e $7,1 \text{ g m}^{-2}$ de N para os acessos Flor Roxa e Flor Amarela, respectivamente. Os maiores valores de acúmulo de N relatado por Borges et al. (2013) nas inflorescências foi de $7,4 \text{ m}^{-2}$ na dose de 2 kg m^{-2} de adubação orgânica para a parte vegetal, sendo estes, inferiores aos encontrados na presente pesquisa.

O K foi o nutriente mais acumulado na planta, tendo, em média, 54,37 e $23,25 \text{ g m}^{-2}$ no sítio Zodíaco e na fazenda experimental de São Manuel, respectivamente, resultado também observado por Grangeiro et al. (2018), porém com valores bem inferiores: $3,71 \text{ g m}^{-2}$ de K acumulado. Borges et al. (2013) observaram maiores acúmulos de K nas folhas ($13,78 \text{ m}^{-2}$) e inflorescências (7 m^{-2}) nas doses de 6 kg m^{-2} e 2 kg m^{-2} de esterco de curral, respectivamente.

Observa-se que, independentemente do local, a ordem decrescente do acúmulo de macronutrientes na parte aérea total foi a mesma nos dois locais e o K foi o macronutriente mais acumulado pelas plantas de jambu, sendo quase o dobro do valor acumulado para o N, segundo nutriente mais acumulado. Tem-se observado esta mesma ordem de acúmulo em diversas

espécies de hortaliças folhosas, como alface (Kano et al., 2011) e rúcula (Grangeiro et al., 2011), e jambu em duas variedades, roxa e amarela (Grangeiro et al., 2018).

O K é um nutriente normalmente absorvido na forma K^+ (Karimi, 2017) e normalmente é o nutriente mais rapidamente disponibilizado às plantas com a adubação orgânica (Magro et al., 2011). É atuante na ativação de vários sistemas enzimáticos, muitos deles participantes dos processos de fotossíntese e respiração, atua na síntese e translocação de carboidratos, proteínas e adenosina trifosfato (ATP), na regulação osmótica e estomática (Taiz et al., 2017). Ainda, influencia diretamente na resistência a pragas e doenças (Karimi, 2017).

O N é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. Assim, as principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença do N, tornando-o um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas (Cantarella 2007). Todavia, a falta deste nutriente inibe o crescimento do vegetal, se mostrando na forma de clorose, sobretudo nas folhas mais velhas localizadas próximas à base da planta (Taiz et al., 2017). Na presente pesquisa não foi observada deficiência de N nas plantas cultivadas, mesmo no controle sem adubação em cobertura.

O fósforo, apesar de não ter sido tão acumulado como o K e o N, é um elemento essencial para a vida, pois é um componente estrutural dos ácidos nucléicos, lipídios de membrana, entre outros. É um macronutriente crucial, e sua baixa disponibilidade limita o crescimento e desenvolvimento das plantas (Lynch, 2011). A baixa biodisponibilidade de fósforo inorgânico é principalmente devido a sua propensão a formar sais moderadamente solúveis com óxidos / hidróxidos de alumínio e ferro em solos ácidos, e com cálcio e magnésio em solos alcalinos (Poirier & Bucher, 2002).

A adição de resíduos orgânicos ao solo, como na forma de esterco ou adubos orgânicos na sua forma geral, ocasiona a diminuição da adsorção e aumento da disponibilidade de P para as plantas (Novais et al., 2007). Isso pôde ser observado nos tratamentos, especialmente aqueles em que se utiliza farinha de casco e chifre. Se comparado ao controle, houve incremento de 90% de acúmulo de P nas inflorescências, e 104% na parte vegetativa do jambu para o sítio Zodíaco e 63% nas inflorescências e 36% na parte vegetativa para a fazenda de São Manuel.

A média do acúmulo de cálcio foi de 6, 1,4 e 7,4 $g\ m^{-2}$, no Sítio Zodíaco e 4,2, 1 e 5,2 $g\ m^{-2}$ em São Manuel, na parte vegetativa e inflorescências, respectivamente. Grangeiro et al. (2018) observaram acúmulo total correspondente a 5,5 e 6,2 $g\ m^{-2}$ para os acessos Flor Roxa e Flor Amarela, respectivamente. Esse mesmo autor obteve acúmulo máximo de 221,56 e 248,66 $mg\ tufo^{-1}$, correspondendo a 3,7 e 4,2 $g\ m^{-2}$ para os acessos 'Flor roxa' e 'Flor amarela', respectivamente, coincidindo com o maior acúmulo de massa da matéria seca pela planta. Borges et al. (2013) também observaram maior acúmulo de Ca nas folhas em relação às inflorescências de jambu, independente da fonte de fertilizante (orgânico ou mineral). Com a fertilização orgânica, os valores médios foram 1,6 e 0,6 $g\ m^{-2}$ nas folhas e inflorescências, respectivamente. Segundo Malavolta et al. (1997), isso pode estar relacionado à baixa mobilidade de Ca no floema, não ocorrendo sua redistribuição das folhas para os outros órgãos da planta como as inflorescências.

O cálcio também se apresenta como um elemento imprescindível para o desenvolvimento do vegetal, sendo utilizado durante a divisão celular e na síntese de paredes celulares em particular a lamela média, que separa as células recentemente divididas. É um elemento extremamente necessário para o bom funcionamento entre as membranas e atua como mensageiro secundário em várias respostas das plantas, tanto a sinais ambientais quanto hormonais (Hetherington e Brownlee, 2004).

Os acúmulos na parte aérea de Mg e S corresponderam aos valores de 5,9 e 4,6 $g\ m^{-2}$ para o sítio Zodíaco e 2,3 e 1,7 $g\ m^{-2}$ para a fazenda experimental de São Manuel. No trabalho de Grangeiro et al. (2018), o acúmulo máximo de Mg foi de 100,49 e 122,60 $mg\ planta^{-1}$, correspondendo a 2,5 e 3 $g\ m^{-2}$ para 'Flor Roxa' e 'Flor Amarela', respectivamente, valores inferiores aos encontrados nesta pesquisa.

A função de destaque do magnésio na planta é o seu papel como átomo central da molécula de clorofila, porém, a quantidade que se liga à clorofila (15% do total) é relativamente pequena. O magnésio participa da reação de carboxilase da fotossíntese, como coenzima na fixação de CO₂ se envolvendo também no equilíbrio cátion-ânion, sendo responsável pela regulação do pH e ajuste do turgor das células vegetais. Entre 5 e 10% do magnésio presente na planta liga-se ao pectato e serve como elemento estrutural da parede celular. O restante do magnésio que não se liga a estruturas como clorofila e paredes celulares, possui alta mobilidade dentro da planta e é facilmente transferido entre tecidos e folhas velhas e jovens (Taiz et al., 2017).

O S é encontrado em aminoácidos (cistina, cisteína e metionina) e é constituinte de várias coenzimas e vitaminas essenciais ao metabolismo vegetal (Taiz et al., 2017). Para a maioria das espécies é o nutriente menos acumulado, com exceção de algumas espécies da família Brassicaceae (Cardoso et al., 2016). Soares et al. (2017) observaram que a suplementação com enxofre aumentou a quantidade de folhas e a intensidade da cor da Rúcula 'Folha Larga', porém, em alface não foi observado efeito significativo para o índice de clorofila nas folhas (Martins, 2019). Resultados semelhantes ao de Soares foram obtidos por Resende et al. (2011), na cultura do alho, onde a adubação complementar com S induziu aumento da produtividade de três cultivares de alho estudadas.

Provavelmente, os maiores acúmulos de nutrientes observados na presente pesquisa devem-se a elevada produção de matéria seca obtida (1730,8 e 860 g m⁻² no sítio Zodíaco e na Fazenda São Manuel, respectivamente) em comparação ao trabalho de Grangeiro et al. (2018) que obteve 76,228 g m⁻² de massa da matéria seca de jambu. Grangeiro et al. (2018) obtiveram 8009,81 g m⁻² para o acesso 'Flor amarela' e 6090,37 g m⁻² para o acesso 'Flor roxa'. Destaque-se que foram feitas duas colheitas, aproveitando-se a capacidade das plantas em rebrotarem, conforme é feito pelos produtores na região de Botucatu/SP, enquanto estes autores fizeram apenas uma colheita, o que explica a diferença no acúmulo de matéria seca e de nutrientes.

4. Conclusões

Os maiores acúmulos de matéria seca e de macronutrientes foram obtidos com o adubo farinha de casco e chifre, seguido da torta de mamona.

A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes no sítio Zodíaco foi K > N > Ca > Mg > S > P, N > K > Ca > Mg > P > S e K > N > Ca > Mg > P > S, na parte vegetativa, inflorescências e parte aérea total, respectivamente.

A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na Fazenda São Manuel foi K > N > Ca > P > Mg > S, K > N > P > Ca > Mg > S e K > N > Ca > P > Mg > S, na parte vegetativa, inflorescências e parte aérea total, respectivamente.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pelas bolsas, e ao Produtor Adriano Santos pela área cedida em Botucatu e todo apoio

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2014). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6), 711-728.
- Barbosa, J. C., & Maldonado Junior, W. (2015). *AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônomicos*. FCAV/UNESP.
- Borges, L. S., Guerrero, A. C., Romy, G., & Lima, G. P. P. (2013). Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. *Semina: Ciências Agrárias*, 34 (1), 83-94.
- Cantarella, H. Nitrogênio. In: Novais, R.F., Alvarez V., V.H., Barros, N.F., Fontes, R.L.F., Cantarutti, R.B. & Neves, J.C.L. (2017) *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

- Cardoso, A. I. I., Claudio, M. R. T., Magro, F. O., Nakada-Freitas, P. G. (2016). Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. *Horticultura Brasileira*, 34 (2), 96-2016.
- Cardoso, A. I. I., Oliveira, J. B., Lanna, N. B. L., Candian, J. S., Castro, J. L.M. (2020). Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. *Horticultura Brasileira*, 38 (2), 230-234.
- Castro, C. M., Almeida, D. L., Ribeiro, R. L. D., & Carvalho, J. F. (2005). Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (5), 495-502.
- Cavallaro Júnior, M. L., Trani, P. E., Passos, F. A., Neto, J. K., & Tivelli, S. W. (2009). Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. *Bragantia*, 68 (2), 347-356.
- Dubey, S., Maity, S., Singh, M., Saraf, S. A., & Saha, S. (2013). Phytochemistry, pharmacology and toxicology of spilanthes acmella: a review. *Advances in pharmacological sciences. Hindawi Publishing Corporation*, 2013, 1-9.
- Gaia, C. D. C., Sampaio, I. M. G., Araújo, M. S., Magalhães, J. M. C., Rosário, R. G. A., & Souza, R. O. R. M. (2020). Crescimento e produção do jambu submetido a lâminas de irrigação. *Revista de Ciências Agrárias*, 63, 1-8.
- Grangeiro, L. C., Souto, C. C., Sousa, V. F. L., Carneiro, J. V., Silva, J. L. A., & Santos, J. P. (2018). Growth and accumulation of nutrients in organic jambu. *Comunicata Scientiae*, 9 (2) 287-291.
- Grangeiro, L.C., Freitas, F. C. L., Negreiros, M. Z.; Marrocos, S. T. P., Lucena, R. M., & Oliveira, R. A. (2011). Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6 (1), 11-16.
- Guerra, A. M. N. M. (2021). Influência dos períodos de controle de plantas daninhas na cultura das abóboras híbridas japonesas. *Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar*, 1, 367-378.
- Hetherington, A. M & Brownlee, C. (2004). The generation of Ca²⁺ signals in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 401-427.
- Homma, A. K. O. & Homma, A. K. O. (2014). Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação.
- Kano, C., Cardoso, A. I. I., & Bôas, R. L. V. (2011). Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. *Horticultura Brasileira*, 29 (1), 70-77.
- Karimi, R. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. (2017). *Scientia Horticulturae*, 215 (3), 184-194.
- Kuyumjian, L. A. *Farinha de casco - chifre e sangue como fonte de nitrogênio para o capim Mombaça*. (2014). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins.
- Laber, H. N. (2019). Freisetzung aus organischen Handelsdünger – Übersicht und eigene Versuchsergebnisse im ökologischen Gemüsebau. Tagungsband zum Statusseminar Ressortforschung für den ökologischen Landbau – Aktivitäten aus Bund und Länder, marz 2003. Disponível em: <http://orgprints.org/00002041/>.
- Lynch, J. P. (2011). Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. *Plant Physiology*, 156, 1041-1049.
- Magro, F. O., Salata, A. C., Bertolini, E. V., & Cardoso, A. I. I. (2011). Produção de repolho em função da idade das mudas. *Revista Agroambiente On-line*, 5(2), 119-123.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; & Oliveira, A. S. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós.
- Martins, L. M. *Influência da cama de frango sobre o desenvolvimento de mudas de pimenteiras (Capsicum sp.)*. (2019). Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha.
- Monsalve, C. I., Gutierrez, J. S., & Cardona, W. A. (2017). Factors involved in the process of nitrogen mineralization when organic amendments are added to a soil. A review. *Revista Colombiana de Ciências Hortícolas*, 11(1), 200-209.
- Nikitin, A. N., Cheskyk, I. A., Gutseva, G. Z., Tankevich, E. A., Shintani, M., & Okumoto, S. (2018). Impact of effective microorganisms on the transfer of radioactive cesium into lettuce and barley biomass. *Journal of Environmental Radioactivity*, 192, 491- 497.
- Novais, R. F., Smyth, T. J., Nunes, F. N. Fósforo. In: Novais, R. F., Alvarez V., V. H., Barros, N. F., Fontes, R.L.F., Cantarutti, R. B. & Neves, J. C. L. (2007). *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Ochecová, P., Mercl, F., Košnář, Z., & Tlustoš, P. (2017). Fertilization efficiency of wood ash pellets amended by gypsum and superphosphate in the ryegrass growth. *Plant, Soil and Environment*, 63 (2), 47-54.
- Oliveira, M. A. S., & Inneco, R. Produção de biomassa de inflorescência em função de espaçamento e adubação orgânica com jambu (*Acmella oleracea* – Asteraceae). (2015). *Essentia*, 16, (1), 11.
- Penteado, S. R. (2010). *Manual prático de agricultura orgânica: fundamentos e técnicas*. Campinas: Editora.
- Pereira, M. F. S., Linhares, P. C. F., Maracajá, P. B., Moreiran J. C., & Guimarães, M. C. D. (2011). Desempenho Agrônomico de Cultivares de Coentro (*Coriandrum sativum* L.) Fertilizado Com Composto. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6 (3), 235-239.
- Pitelli, R. A., Pitelli, R. L. C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: Vargas, L., & Roman, E. S. (2004). *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho.

- Poirier, Y.; & Bucher, M. (2002). Phosphate transport and homeostasis in Arabidopsis. *The Arabidopsis Book / American Society of Plant Biologists*, 1, 0024.
- Quiroz, M & Flores, F. (2019). Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65 (6), 867-875.
- Resende, J. T. V., Morales, R. G., Resende, F. V., Carminatti, R., Bertuzzo, L. L., & Figueiredo, A. S. T. (2011). Aplicação complementar de enxofre em diferentes doses na cultura do alho. *Horticultura Brasileira*, 29, 217-221.
- Sahota, A. (2009). The global market for organic food & drink. *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends*.
- Sampaio, I. M. G., Guimarães, M. A., Neto, H. S. L., Maia, C. L., Viana, C. S., & Gusmão, S. A. L. (2018). Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu? *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 61, p. 1-8.
- Sampaio, I. M. G., Guimarães, M. A., Neto, H. S. L., Maia, C. L., Viana, C. S., & Gusmão, S. A. L. (2019). Recipientes e densidades de semeadura combinadas com o tempo na produção de mudas de jambu. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences/Revista de Ciências Agrárias*, 62, 1-10.
- Severino, L. S., Costa, F. X., Beltrão, N. E. M., Lucena, M. A., & Guimarães, M. M. B. (2004). Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 5, (1), 20-26.
- Silva, P. N. L., Lanna, N. B. L., & Cardoso, A. I. I. (2016). Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. *Horticultura Brasileira*, 34 (3), 416-421.
- Silva, P. N. L., Lanna, N. B. L., & Cardoso, A. I. I. (2018). Doses de bokashi em cobertura na produção de beterraba. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5 (1), 28-34.
- Soares, K. R. M. (2018). *Efeito de diferentes doses de composto fermentado "tipo bokashi" na produção de rúcula*. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Soares, M. M.; Bardivesso, D. M.; Barbosa, W. F. S.; & Barcelos, M. N. (2017). Adubação de cobertura com enxofre na cultura da rúcula Topdressing e arugula crop with sulfur. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(1), 49-52.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre, Artmed.
- Trani, P. E., Purquério, L. F. V., Figueiredo, G. J. B., Tivelli, S. W., & Blat, S. F. (2014). Calagem e adubação da alface, almeirão agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula. *Boletim Técnico IAC*, Campinas.
- Valarini, P. J., Oliveira, F. R. A., Schilickmann, S. F., & Poppi, R. J. (2011). Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. *Horticultura Brasileira*, 29 (4), 485-490.
- Vicente, N. F. P. (2020). A bibliographic review on bokashi from the last 20 years. *Research, Society and Development*, 9 (10), 1-44.