

THATIANE NEPOMUCENO ALVES

**PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NA CULTURA DO JAMBU
EM FUNÇÃO DE DOSES E FORMAS DE PARCELAMENTOS DE ADUBOS
ORGÂNICOS**

**Botucatu
2022**

THATIANE NEPOMUCENO ALVES

**PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NA CULTURA DO JAMBU
EM FUNÇÃO DE DOSES E FORMAS DE PARCELAMENTOS DE ADUBOS
ORGÂNICOS**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso

Botucatu

2022

A474p

Alves, Thatiane Nepomuceno

Produção e acúmulo de macronutrientes na cultura do jambu em função de doses e formas de parcelamentos de adubos orgânicos / Thatiane Nepomuceno Alves. -- Botucatu, 2022
137 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

1. Acmella oleracea. 2. fontes de adubação. 3. nitrogênio. 4.
farinha de casco e chifre. 5. torta de mamona. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

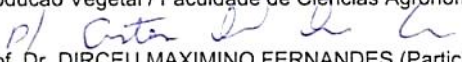
TÍTULO DA TESE: PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES NA CULTURA DO JAMBU EM FUNÇÃO DE DOSES E FORMAS DE PARCELAMENTOS DE ADUBOS ORGÂNICOS

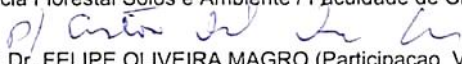
AUTORA: THATIANE NEPOMUCENO ALVES

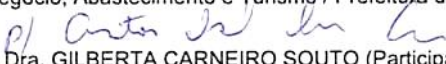
ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

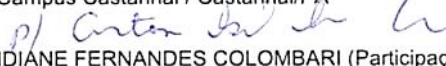
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP


Prof. Dr. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES (Participação Virtual)
Ciência Florestal Solos e Ambiente / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP


Prof. Dr. FELIPE OLIVEIRA MAGRO (Participação Virtual)
Agronegócio, Abastecimento e Turismo / Prefeitura de Jundiaí/SP


Profa. Dra. GILBERTA CARNEIRO SOUTO (Participação Virtual)
IFPA-Campus Castanhal / Castanhal/PA


Dr.ª LIDIANE FERNANDES COLOMBARI (Participação Virtual)
Corbélia/PR / .

Botucatu, 26 de abril de 2022

*Aos meus irmãos Manuel (in memoriam)
e Rummenigge (in memoriam), as
minhas vitórias sempre serão as suas
também, porque sempre foi assim!*

DEDICO!

*Aos meus pais Maurícia Nepomuceno Alves
e Geroncio Alves meus exemplos de vida*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por ter me guiado até aqui, me dando saúde e força para superar as dificuldades e os momentos de desânimo e nunca desistir;

Aos meus Pais Maurícia Nepomuceno Alves e Geroncio Alves, por serem meus exemplos de vida, e me ensinarem conviver com respeito, humildade, humanidade e amor;

Aos meus irmãos (João, Antônio, Lucia, Conceição, Bilenice, Eliane e Ronilson) pelo incentivo, carinho e amizade e aos meus sobrinhos e sobrinhas por todo amor, por serem os melhores presentes que meus irmãos me deram;

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP/FCA), pela oportunidade da realização do curso de doutorado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa no início do doutorado;

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa concedida;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, pelos ensinamentos, dedicação e credibilidade na realização das pesquisas;

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel pela ética, dedicação e auxílio para realização dos experimentos durante o doutorado;

As funcionárias da limpeza do Departamento de Horticultura e da Fazenda Experimental de São Manuel, Sandra e Carmem, meu muito obrigada

A empresa BRAZBIO, na pessoas de Andréa Higuti, pelo contato com os produtores de jambu da região, meu muito obrigada;

Aos produtores de Jambu da região de Botucatu-SP, em especial a família do Adriano Santos e Adilson Santos, meu muito obrigada pelo acolhimento em sua propriedade, por toda ajuda na condução dos experimentos;

Aos membros da banca examinadora Professores Dr. Dirceu Fernandes, Dr. Filipe Magro, Dr^a Lidiane Colombari, Dr^a Gilberta Souto, pelas valiosas contribuições;

Aos amigos que por inúmeras vezes me ajudaram nas pesquisas em campo e no laboratório e em momentos fora da UNESP, Nicholas Nordi, Politon Guedes, Marcelo Munhoz, Josiana Basilio, Joseantonio Carvalho, Alexsandro Soraes, Jorgiane de Avila, Gustavo Ferreira, Fabricio Rodrigues e aos estagiários em especial, Vinicius, Irene e Débora, muito obrigada pelo companheirismo e descontração e por toda amizade;

As amigadas que a UNESP Botucatu me apresentou e foram muito importante na ausência diária da minha família e para a minha saúde mental, Lidiane Colombari, Prinscilla Nunes, Erilene Romeiro, Naiara Parizotto, Joseantonio Carvalho, Flavia Sousa, Renan Lima, César Augusto, Júnio Borges, e Leonardo Antunes;

Aos amigos do mestrado no PR, Soraia Vera Cruz, Carlos de Moraes Rego, Bruna Costa e Pablo Coutinho, obrigada pelos momentos de distração e ajuda sempre, mesmo que distantes;

Aos meus Amigos de longas datas, John Modesto, Viviane Monteiro, Silvio Ribeiro, Caroline Corrêa, Thais Silva e Virginia Silva pelo carinho e amizade de sempre;

Enfim, a todos que colaboraram direta ou indiretamente para minha formação pessoal e profissional meu muito obrigada.

“O segredo da vida é o solo, porque do solo dependem as plantas, a água o clima e a nossa vida. Tudo está interligado. Não existe ser humano sadio se o solo não for sadio”

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2017. p,552.

RESUMO

O jambu é uma hortaliça herbácea não convencional, no Estado de São Paulo o plantio é realizado especificamente no sistema orgânico, e com destino para a indústria cosmética e farmacêutica em função do composto bioativo chamado espilantol. Porém, na região ainda há poucas informações técnicas acerca de seu cultivo, principalmente quanto as suas exigências nutricionais. Nesse contexto, o manejo adequado dos adubos orgânicos, através do parcelamento e doses adequadas, além da redução de perdas, possibilita a eficiência no aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da forma de aplicação (antes do plantio e em cobertura) e das doses dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona, na produção e no acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu. Foram realizados quatro experimentos, sendo dois dos experimentos foram conduzidos na fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) - UNESP e os outros dois, no sítio do Produtor, 'Estância Três Nascentes', localizado em Botucatu-SP. Nos experimentos sobre formas de aplicação, foram avaliados sete tratamentos em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona e farinha de casco e chifre) $\times$ 3 formas de aplicação (100% antes do plantio; 100% em cobertura; 50% antes do plantio + 50% em cobertura) e o controle sem estes adubos. Nos experimentos sobre doses, foram avaliados doze tratamentos, em esquema fatorial 2×6 , sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona e farinha de casco e chifre) $\times$ 6 doses de N em cobertura (50; 75; 100; 125; 150 e 0 kg ha⁻¹ (controle)). O delineamento nos experimentos foram em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliados, em cada local nos experimentos, a altura da planta, número de inflorescências (NInf), massa da matéria fresca das inflorescências (MMFInf), da parte vegetativa (MMFPV) e total (MMFTotal), massa da matéria seca e o acúmulo de macronutrientes (inflorescências, parte vegetiva e total). Os tratamentos controle foram inferiores para todas as características avaliadas nos experimentos. Foram obtidos aumentos (em comparação ao controle) de 81%, 83%, 168%, 83% e 95% na área em São Manuel, e 19% 42%, 316%, 56% e 67%, em Botucatu, para Altura, NInf, MMFInf, MMFPV e MMFTotal, respectivamente para as duas áreas. No experimento de doses em São Manuel, foram obtidos efeitos lineares para todas as características

avaliadas, comparado ao controle, os aumentos com a utilização da maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) foram de 129%, 134% e 134% e 284%, 70% e 85% em Botucatu, para a MMSInf, MMSPV e MMStotal, respectivamente. A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na área do Produtor, independente do adubo, para as inflorescências foi N > K > Ca > P > Mg > S, na parte vegetativa K > N > Ca > Mg > S > P e total foi K > N > Ca > Mg > S > P. Comparados ao controle, no experimento de doses na maior dose os aumentos foram de 216%, 310% e 233% em São Manuel e 111%, 272% e 121% em Botucatu, para a MMSPV, MMSInf e MMSTotal respectivamente para as duas áreas. A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na parte vegetativa foi K > N > Ca > P > Mg > S, nas inflorescências foi K > N > S > Ca > Mg > P e para o acúmulo total foi K > N > Ca > S > P > Mg na Fazenda em São Manuel, e na parte vegetativa foi de K > N > Ca > Mg > S > P, nas inflorescências N > K > Ca > P > Mg > S e para o acúmulo total foi de K > N > Ca > Mg > S > P na área do produtor em Botucatu.

Palavras-chave: *Acmella oleracea*; fontes de adubação; nitrogênio; farinha de casco e chifre; torta de mamona.

ABSTRACT

Jambu is an unconventional herbaceous vegetable. In the State of São Paulo the planting is carried out specifically in the organic system, and destined for the cosmetic and pharmaceutical industry due to the bioactive compound called spilanthol. However, in the region there is still little technical information about its cultivation, especially regarding its nutritional requirements. In this context, the proper management of organic fertilizers, through splitting and adequate doses, in addition to reducing losses, enables efficient use of nutrients by plants. The objective of this research was to evaluate the effect of the form of application (before planting and top dressing) and the doses of organic fertilizers hoof and horn flour and castor bean cake, production and accumulation of macronutrients in jambu plants. Four experiments were carried out, two of which were carried out at the Experimental farm of São Manuel, SP, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) - UNESP and the other two at the Producer's site, 'Estância Três Nascentes', located in Botucatu -SP. In experiments on ways to application, seven treatments were evaluated in a $2 \times 3 + 1$ factorial scheme, with two organic fertilizers (castor bean cake and hoof and horn flour) $\times$ 3 application forms (100% before planting; 100% in dressing; 50% before planting + 50% dressing) and control without these fertilizers. In the dose experiments, twelve treatments were evaluated, in a 2×6 factorial scheme, with two organic fertilizers (castor bean cake and flour hoof and horn) $\times$ 6 doses of dressing (50; 75; 100; 125; 150 and 0 kg ha⁻¹ (control)). The design of the experiments was in randomized blocks, with four replications. Plant height, number of inflorescences (NI), inflorescence fresh matter (MIFM), vegetative (MVFM) and total (MTFM), dry matter mass and accumulation of macronutrients (inflorescences, vegetative and total parts). Control treatments were inferior for all traits evaluated in the experiments. Increases (compared to the control) of 81%, 83%, 168%, 83% and 95% were obtained in the area in São Manuel, and 19%, 42%, 316%, 56% and 67%, in Botucatu, for H, NI, MIFM, MVFM and MTFM, respectively for the two areas. In the dose experiment in São Manuel, linear effects were obtained for all the evaluated characteristics, compared to the control, the increases with the use of the highest dose (150 kg ha⁻¹ of N) were 129%, 134% and 134% and 284%, 70% and 85% in Botucatu, for MISM, MVSM and MTSM, respectively. The decreasing order of macronutrient accumulation in the Producer's

area, regardless of the fertilizer, for the inflorescences was $N > K > Ca > P > Mg > S$, in the vegetative part $K > N > Ca > Mg > S > P$ and total was $K > N > Ca > Mg > S > P$. Compared to the control, in the experiment of doses at the highest dose, the increases were 216%, 310% and 233% in São Manuel and 111%, 272% and 121% in Botucatu, for MMSPV, MMSInf and MMSTotal respectively for the two areas. The decreasing order of macronutrient accumulation in the vegetative part was $K > N > Ca > P > Mg > S$, in the inflorescences was $K > N > S > Ca > Mg > P$ and for the total accumulation was $K > N > Ca > S > P > Mg$ on the farm in São Manuel, and in the vegetative part it was $K > N > Ca > Mg > S > P$, in the inflorescences $N > K > Ca > P > Mg > S$ and for the total accumulation was $K > N > Ca > Mg > S > P$ in the producer area in Botucatu.

Keywords: *Acmella oleracea*; fertilization sources; nitrogen; hoof and horn powder; castor bean cake.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 2- DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE JAMBU (*Acmella oleracea* [(L.) R. K. Jansen])

53

Figura 1- Altura das plantas, número de inflorescências (NrInf), massa da matéria fresca da parte vegetativa (MFPV), massa da matéria fresca das inflorescências (MMFInf) e, massa da matéria fresca total (MMFTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP, 2020..... 60

Figura 2- Altura das plantas, número de inflorescências (Ninf), massa da matéria fresca de parte vegetativa (MFPV); massa da matéria fresca de inflorescências (MMFInf); massa da matéria fresca total (MFTotal) de plantas de jambu em função de doses nitrogênio para os adubos torta de mamona e casco e chifre. Botucatu-SP, 2020.... 62

Capítulo 4- DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS NO ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU.....

92

Figura 1- Massa da matéria seca da parte vegetativa (MMSPV), das inflorescências (MMSInfl) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio (N) para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP, 2020 100

Figura 2- Massa da matéria seca da parte vegetativa (MMSPV), das inflorescências (MMSInfl) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio (N) para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. Botucatu-SP, 2020 101

Figura 3- Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). São Manuel-SP, 2020..... 107

Figura 4- Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas inflorescências das plantas de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). São Manuel-SP, 2020 108

Figura 5- Acúmulo total de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em plantas de jambu em função das doses dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP, 2020..... 109

Figura 6- Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). Botucatu-SP, 2020.....	110
Figura 7- Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas inflorescências das plantas de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. Botucatu-SP, 2020.....	111
Figura 8- Acúmulo total de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em plantas de jambu em função das doses dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. Botucatu-SP, 2020.....	112

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1- PRODUÇÃO DE JAMBU (<i>Acmella oleracea</i> [(L.) R. K. Jansen]) COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS ORGÂNICOS NO PLANTIO E EM COBERTURA.....	34
Tabela 1 - Quantidades dos adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre aplicada antes do plantio e em cobertura de acordo com os tratamentos.....	39
Tabela 2 - Análise de macronutrientes dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC).....	39
Tabela 3 - Média da altura das plantas, número de inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências, massa da matéria fresca da parte vegetativa e massa da matéria fresca total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona e das formas de aplicação destes. São Manuel-SP, 2020...	41
Tabela 4 - Média da altura das plantas, número das inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências, massa da matéria fresca da parte vegetativa e massa da matéria fresca total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona, e das formas de aplicação destes. Botucatu-SP, 2020	46
Capítulo 2- DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE JAMBU (<i>Acmella oleracea</i> [(L.) R. K. Jansen]).....	53
Tabela 1- Resultados da análise dos macronutrientes, umidade e matéria orgânica (MO) dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC).....	57
Tabela 2- Quantidade dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicada em cobertura, de acordo com os tratamentos.....	58
Tabela 3- Resumo da análise de variância para a altura das plantas (AltPI), número das inflorescências (NrInf), massa da matéria fresca da parte vegetativa (MMFPV) e, massa da matéria fresca das inflorescências (MMFinf), massa da matéria fresca total (MFTotal) de plantas de jambu em função das doses de nitrogênio para os adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre. São Manuel-SP, e Botucatu-SP, 2020.....	59
Tabela 4- Médias para a altura das plantas (AltPI), massa da matéria fresca da parte vegetativa (MMFPV), massa da matéria fresca total (MFTotal) de plantas de jambu para os adubos farinha de casco e	

chifre (FCC) e torta de mamona (TM). São Manuel-SP, e Botucatu-SP, 2020.....	60
Tabela 5- Médias do número de inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências de plantas de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura para os adubos torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC). São Manuel-SP, 2020.....	61
Tabela 6- Médias do número de inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio para os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). Botucatu-SP, 2020.....	63
Capítulo 3- ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS ORGÂNICOS	71
Tabela 1- Quantidade dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicada antes do plantio e em em cobertura, de acordo com os tratamentos.....	75
Tabela 2- Resultados da análise dos macronutrientes, umidade e matéria orgânica (MO) dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC).....	76
Tabela 3- Massa da matéria seca das inflorescências (MMSInf), da parte vegetativa (MMSPV) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos na Fazenda Experimental em São Manuel-SP e na área do produtor em Botucatu-SP, 2020.....	78
Tabela 4- Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, em inflorescências de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos. Botucatu-SP, 2020	81
Tabela 5- Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte vegetativa das plantas de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos. Botucatu-SP, 2020.....	85
Tabela 6- Acúmulo total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em plantas de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos. Botucatu-SP, 2020.....	86
Capítulo 4- DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS NO ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU.....	92
Tabela 1- Análise de macronutrientes dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC).....	96

Tabela 2. Quantidades dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicadas em cobertura de acordo com as doses de nitrogênio.....	96
Tabela 3- Resumo da análise de variância para massa da matéria seca da parte vegetativa (MMSPV), das inflorescências (MMSInf) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020.....	99
Tabela 4- Média da massa da matéria seca da parte vegetativa e massa da matéria seca total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020.....	102
Tabela 5- Desdobramento das interações para médias da massa da matéria seca das inflorescências e massa da matéria seca total de plantas de jambu para os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM) em cada dose de nitrogênio (N). São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020	102
Tabela 6- Resumo da análise de variância para acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa, nas inflorescências e total em função das doses dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020.....	105
Tabela 7- Médias do acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa, inflorescências e total de plantas de jambu, em função dos adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM) aplicados em cobertura. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020.....	114
Tabela 8- Desdobramento das médias para acúmulo de cálcio e enxofre na parte vegetativa, enxofre nas inflorescências e nitrogênio e cálcio total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM) para cada dose de nitrogênio em cobertura. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020.....	115
Tabela 9- Percentual de acúmulo de cada macronutriente na parte vegetativa (PV) e inflorescências (Infl) em relação ao total da planta para a farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020.....	122

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	25
REVISÃO DE LITERATURA	28
 CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO DE JAMBU (<i>Acmella oleracea</i> [(L.) R. K. Jansen]) COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS ORGÂNICOS NO PLANTIO E EM COBERTURA.....	 34
1.1 INTRODUÇÃO.....	36
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
1.3.1 Experimento na Fazenda Experimental em São Manuel	40
1.3.2 Experimento no Sítio do Produtor em Botucatu.....	45
1.4 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49
 CAPÍTULO 2- DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE JAMBU (<i>Acmella oleracea</i> [(L.) R. K. Jansen])).	 53
2.1 INTRODUÇÃO.....	55
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
2.4 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS.....	68
 CAPÍTULO 3- ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS ORGÂNICOS.....	 71
3.1 INTRODUÇÃO	73
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	74
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
3.3.1 Massa de matéria seca em plantas de jambu em São Manuel e Botucatu..	77
3.3.2 Acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu no experimento em Botucatu	80
3.4 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS.....	88

CAPÍTULO 4- DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS NO ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU	92
4.1 INTRODUÇÃO.....	94
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	95
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
4.3.1 Massa da matéria seca.....	98
4.3.2 Acúmulo de nutrientes em plantas de jambu na Fazenda em São Manuel e Botucatu.....	104
4.4 CONCLUSÕES.....	123
REFERÊNCIAS	124
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	128
REFERÊNCIAS.....	129
APÊNDICE.....	137

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de hortaliças no Brasil apresenta grande diversidade de espécies com elevado potencial econômico, são as chamadas “hortaliças convencionais” e as hortaliças “não convencionais” são aquelas que estão presentes em determinadas localidades ou regiões exercendo influência na alimentação de uma população. A maioria das plantas hortícolas desse segundo grupo não possui cadeia produtiva organizada, e ainda é pouco o interesse por parte de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos (KINUPP e LORENZI, 2014; VIANA et al., 2015). Essas espécies que são pouco conhecidas pela grande maioria da população, estão sendo paulatinamente estudadas.

O jambu (*Acmeilla oleracea* [(L.) R. K. Jansen]) é uma hortaliça não convencional nativa da região Amazônica, pertence da família Asteraceae. O Pará é o Estado com maior predominância do cultivo da espécie no Brasil (HOMMA, 2014). Além do tradicional nome jambu, é conhecido com o agrião-do-Brasil, agrião-do-Pará, pimenta d’água, botão-de-ouro, jambu-açu, mastruço e agrião-da-mata (RODRIGUES et al., 2014). Além do Pará, o jambu é cultivado no Amazonas, Acre, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (HOMMA, 2014; SOUTO et al., 2018).

Quando comparado às outras hortaliças da família, o jambu não apresenta cadeia produtiva organizada (NASCIMENTO et al., 2020). No entanto essa cultura tem grande importância para as populações tradicionais do Norte do Brasil, sendo fonte de renda significativa as famílias de agricultores (HOMMA et al., 2014).

A planta de jambu tem despertado interesse do mercado por conter elevado teor de espilantol que é um alcalóide anti-séptico Nisobutilamida do ácido (2E, 6Z, 8E)-deca-2,6,8-trienóico. É nas inflorescências do jambu que estão o maior teor dessa substância. Pertencente à família dos compostos nitrogenados e a síntese do espilantol ocorre a partir do metabolismo secundário da planta (BORGES et al., 2013). Este composto ocorre naturalmente no jambu, podendo ter seu potencial de expressão alterado, assim como outros componentes químicos da planta, pelos fatores bióticos e abióticos, durante a fase de crescimento e desenvolvimento do vegetal (TIWARI et al., 2011; DUBEY et al., 2013; NORDI et al., 2022).

No Estado de São Paulo, o plantio do jambu é realizado especificamente com destino para a indústria cosmética e farmacêutica. Seu cultivo ocorre na primavera-

verão, período este em que as condições são favoráveis ao desenvolvimento dessa hortaliça na região, com temperaturas acima de 15 °C (NORDI, 2021).

Na análise da planta de jambu, deve-se estudar as partes vegetativa e reprodutiva separadas, tendo em vista a concentração de espilantol ser variável, sendo que o maior teor concentra-se nas inflorescências do jambu e em menor quantidade nas folhas (BORGES et al., 2012; HOMMA, 2014; BARBOSA et al., 2016). Devido ao espilantol, estão sendo desenvolvidos compostos a base de extratos desta espécie, apresentando potencial em atividades antiinflamatório, antioxidante, anestésica e antipirética (DIAS et al., 2012; BOONEN et al., 2010; CHAKRABORTY et al., 2010) e como inseticida alternativo (MORENO et al., 2012).

A maior demanda por jambu é pela produção no sistema orgânico. Porém ainda há poucas informações sobre suas exigências nutricionais. Apesar da aplicabilidade na gastronomia e indústria cosmética e farmacêutica (BORGES et al., 2013; SOUTO et al., 2018; NORDI, 2021). No entanto, ainda são escassas pesquisas envolvendo a adubação orgânica da cultura do jambu. No geral, os produtores utilizam recomendação de adubação de outras hortaliças da mesma família.

Para atender à necessidade nutricional dos vegetais, o adubo orgânico deve apresentar capacidade de disponibilização de nutrientes, com velocidade semelhante à demanda da cultura (HAWKESFORD et al., 2012). Grande parte dos adubos orgânicos apresentam relação carbono: nitrogênio (C:N) alta. Segundo Primavesi (2016), o ideal é que os adubos orgânicos possuam uma relação inicial abaixo de 30:1, quando a degradação e mineralização do material será mais rápida, estando os nutrientes mais rapidamente disponíveis para as plantas. Essa disponibilidade também depende do tipo de solo, clima e manejos na área.

Nesse contexto, o manejo adequado dos adubos orgânicos, através do parcelamento do adubo e doses adequadas, além da redução de perdas, possibilita a eficiência no aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. No entanto, faz-se necessário estudos para que parcelamentos não aumente demasiadamente os custos de produção/mão de obra (CANDIAN, 2018; CARDOSO et al., 2020).

Importante destacar que o principal objetivo da adubação é manter a fertilidade do solo para fornecer elementos necessários para o desenvolvimento e crescimento das plantas. Nessa perspectiva, os adubos orgânicos também, melhoram a estrutura física, química e biológica, aumentam a capacidade de troca catiônica (CTC) e a matéria orgânica do solo (ZANDONADI et al., 2014; SOUSA e RESENDE, 2014). Em

comparação aos adubos inorgânicos, a liberação dos nutrientes é lenta e em menor quantidade para as plantas.

Para a maioria das hortaliças folhosas, geralmente, o nitrogênio (N) é um dos macronutrientes que a planta necessita em maior quantidade (FILGUEIRA, 2008; CARDOSO et al., 2020). O N é responsável pela formação da clorofila e está envolvido diretamente no processo da fotossíntese, também faz parte da composição de vitaminas e compostos energéticos na planta (TAIZ et al., 2017).

Um dos adubos orgânicos bastante utilizados pelos agricultores como fonte de nitrogênio, é a torta de mamona, que contém também outros nutrientes como fósforo, potássio e os micronutrientes, encontrados em menores quantidades (AZEVEDO e BELTÃO, 2007; NORDI et al., 2022). Outro adubo é a farinha de casco e chifre, que apresenta elevado teor de nitrogênio em sua composição química. Laber (2003), Almeida et al. (2021) e Nordi (2021) relataram que esse adubo orgânico libera rapidamente o nitrogênio para as plantas.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da forma de aplicação (antes do plantio e em cobertura) e das doses dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona, na produção e no acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu.

REVISÃO DE LITERATURA

Características gerais do jambu

O jambu (*Acmella oleracea* [(L.) R. K. Jansen]), conhecido popularmente como agrião bravo, agrião do norte, agrião do Pará, botão de ouro e jambu-açu agriãozinho, é uma hortaliça da família Asteraceae (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). O gênero *Acmella* Rich. in Pers foi estabelecido em 1807 (JANSEN, 1985). Está presente nas regiões tropicais, por toda América tem espécies registradas, em Madagascar, na Oceania e no no continente asiático. Na região Norte do Brasil é onde está a maior ocorrência desse gênero (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013).

Em regiões com temperatura acima de 25°C e umidade relativa do ar próxima de 80%, e com reduzida disponibilidade de radiação solar direta, o jambu adapta-se bem (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013; FERREIRA et al., 2021). No Estado de São Paulo os plantios ocorrem na época da primavera-verão, períodos estes que a temperatura média é acima dos 15 °C (BORGES et al., 2013; NORDI et al., 2022).

Quanto as características morfológicas, as plantas do gênero *Acmella* são herbáceas, apresentam 20 a 50 cm de altura, e crescimento predominantemente rasteiro (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). A coloração do caule pode ser esverdeada à arroxeada, glabro, com crescimento decumbente (FERREIRA et al., 2021). Os limbos foliares são ovalados, o ápice é ligeiramente acuminado a agudo, com margens dentadas, a base truncada é ligeiramente atenuada (HIND e BIGGS, 2003; FERREIRA et al., 2021).

As inflorescências são em forma de capítulo, solitárias, terminais, cilíndricas, com 10,5 a 23,5 mm de comprimento por 11 a 17 mm de diâmetro, as flores do disco são hermafroditas, amarelas, com corola amarela ou arroxeadas, os frutos são do tipo aquênio, pretos, envolvidos parcialmente por uma pálea, as sementes são achatadas e pequenas (COSTA et al., 2013; FERREIRA et al., 2021).

A forma de propagação pode ser assexuada ou sexuada, porém este último é o mais utilizado pelos produtores tanto da região Norte, quanto do Sudeste do país (HOMMA et al., 2011; GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). O semeio pode ser feito em canteiros definitivos, na densidade aproximada de 10 gramas para cada m⁻², ou com produção de mudas, normalmente em bandejas próprias para produção de mudas de hortaliças, deixando ao menos cinco plântulas por célula. As mudas são

transplantadas quando estiverem com quatro folhas definitivas. O espaçamento utilizado é de aproximadamente 20 x 20 cm (NORDI et al., 2022).

O período de corte do jambu varia de 25 a 60 dias após o transplante (DAT), sendo que para fins industriais o recomendado é após os 50 DAT, período este em que a maioria dos botões florais estão formados (NORDI et al., 2022). As folhas são bastante consumidas nos pratos típicos no Pará, como o pato no tucupi, tacacá, arroz com jambu, pizza, e nas bebidas alcoólicas, como a cachaça e o licor de jambu (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). O jambu é empregado popularmente para fins medicinais caseiros, através da prática de infusões para tratamento de doenças de garganta, malária, tuberculose, dispepsia, entre outras (LORENZI e MATOS, 2002; HOMMA et al., 2011; GUSMÃO e GUSMÃO, 2013).

A principal molécula do jambu é comumente chamada de espilantol, é um alcalóide anti-séptico Nisobutilamida do ácido (2E, 6Z, 8E) -deca-2,6,8-trienóico. Em suas inflorescências estão a maior concentração dessa substância (BORGES et al., 2013).

Esse composto bioativo é rico em propriedades antioxidantes, diuréticas e anti-inflamatórias, pode ser utilizado nas indústrias cosmética e farmacêutica (COSTA et al., 2013). Essa espécie é utilizada como planta medicinal por povos tradicionais da Amazônia há muitos anos (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). O potencial medicinal deste princípio ativo têm elevado o número de registros de patentes de produtos que possuem o espilantol em sua composição (BARBOSA et al., 2016).

Adubação orgânica

Atualmente a produção agrícola vem buscando técnicas de cultivos que reduzam os custos na implantação das lavouras e os danos ao solo, por meio de práticas conservacionistas, como a utilização de insumos orgânicos, adubação verde e rotação de culturas, dentre outras (NORDI et al., 2022). Outro fator importante para se atingir alta produtividade é o manejo adequado da adubação, tanto orgânica como inorgânica (BRANCO et al., 2010; VALARINI et al., 2011).

O sistema de produção orgânica, perante a legislação brasileira, é definido segundo a Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, artigo 1º, como sendo: “[...]

todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, à minimização da dependência de energia não renovável,

empregando, sempre que possíveis métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.”(BRASIL, 2003).

Dentre as práticas da agricultura sustentável, para melhorar a fertilidade do solo de maneira mais equilibrada, tem-se os adubos orgânicos, após os processos biológicos, tornam-se estabilizados, podendo ser aplicados ao solo a fim de proporcionar sua melhoria em relação à fertilidade, produtividade e na qualidade da cultura (FINATTO et al., 2016; SOUTO et al., 2018). O estado nutricional das plantas é um dos aspectos de maior importância dentro de qualquer sistema de produção agrícola, mantendo-as resistentes ao ataque de pragas e doenças e influenciando no desenvolvimento qualidade dos produtos (SEDIYAMA; SANTOS e LIMA 2014).

Tanto na utilização da adubação orgânica, como na inorgânica, é de suma importância o conhecimento sobre as características físicas, químicas e biológicas do solo a ser cultivado. A quantidade de adubo que irá ser aplicada vai depender das condições locais, solo, clima e manejo (FREIRE et al., 2013).

De acordo com a teoria da trofobiose, as plantas desequilibradas nutricionalmente são mais susceptíveis ao ataque de pragas (fungos, bactérias, insetos, nematoides, e outros), por meio da degradação de proteínas com a liberação de aminoácidos solúveis (CHABOUSSOU, 2012). As alterações fisiológicas podem ser provocadas pelos desequilíbrios nutricionais, excesso ou falta, principalmente na composição da seiva vegetal, assim como pelo excesso do uso de produtos de produtos sintéticos, ou por estresse hídrico, dentre outros (SAMINÊZ et al., 2008).

Alguns adubos orgânicos possuem relação carbono/nitrogênio alta, e a sua liberação é mais lenta, na maioria das vezes fazendo-se necessário a complementação com fertilizante inorgânico nitrogenado, muito em virtude da maior produção das culturas, superando os valores máximos exigidos para a cultura, acarretando em distúrbios nutricionais nas plantas, aumentando o custo da produção e ainda resulta em danos ambientais (NOVOTNY, 2011). Segundo Souza e Alcantara (2008), os adubos orgânicos, usados no cultivo de hortaliças devem ser aplicados ao solo 30 dias antes do plantio das espécies ou semeio dependendo da região, para evitar a possibilidade de “queima” das mudas ou de sementes no local (SOUZA e ALCANTARA, 2008).

A inserção de matéria orgânica ao solo tem efeito benéfico nas características físicas químicas e biológicas do solo, como na agregação e melhoria na infiltração de água, assim com na retenção de água, capacidade de troca catiônica, aumento da biomassa microbiana do solo e disponibilidade dos macro e micronutrientes (SOUZA e RESENDE, 2014; KARAZIJA et al., 2015).

As doses utilizadas na agricultura orgânica variam de acordo com a qualidade e origem do adubo, as características originais do solo, com o tempo de manejo e as condições ambientais (NORDI et al., 2022). Geralmente essas doses situam-se entre 10 a 100 t ha⁻¹, sendo comum a utilização de doses mais elevadas que estas (VILLAS BOAS et al., 2004).

Os macronutrientes, em pequenas proporções para as plantas como o nitrogênio e o fósforo, são limitantes da produção. O nitrogênio é o que mais limita o desenvolvimento da cultura, a planta manifesta o sintoma muito rápido em comparação com o P e K. O potássio também é muito exigido pelas plantas, sendo necessárias quantidades maiores que as do fósforo, coincidindo em ordem de grandeza com o nitrogênio, considerando-se a quantidade dos três elementos na planta (KANO et al., 2011).

Diversas pesquisas demonstraram aumento de massa fresca e seca em decorrência da adubação orgânica, conforme descrito por Candian (2018) com couve flor, Lanna et al. (2017) com chicória, Souto et al. (2018) e Nordi (2021) com jambu, Cardoso et al. (2020) com repolho, Cruz et al. (2021) com rúcula, dentre outros.

Farinha de casco e chifre e torta de mamona

Segundo Cavallaro (2009), a farinha (ou farelo) de casco e chifre é um resíduo advindo do processamento de abates de bovinos, sendo alternativa de fornecimento de nutrientes para as plantas. Nordi et al. (2022), em sua pesquisa com jambu, encontrou o melhor desempenho agrônômico por meio da aplicação dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona para as duas áreas estudadas.

A torta de mamona é utilizada na adubação da cultura do café desde meados do século passado, em diversos países, inclusive no Brasil (ALBUQUERQUE, 2006). Em estudo de Severino et al. (2004), sobre a mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, os autores concluíram que a quantidade de CO₂ liberada pela torta de mamona no período de

33 dias foi seis vezes maior do que a do esterco bovino e 14 vezes maior que a do bagaço de cana-de-açúcar. A torta de mamona possui 4- 6% de nitrogênio e 1,2-2,0% de fósforo e potássio e mais de 90% de matéria orgânica (AZEVEDO e BELTRÃO, 2007). Entre os melhores adubos orgânicos para as hortícolas está a torta de mamona (SOUZA e ALCÂNTARA, 2008).

Silva et al. (2016), em sua pesquisa com beterraba, obtiveram um efeito linear para características de produção com o aumento das doses de torta de mamona. Em pesquisa com morango, Vignolo et al. (2011) também encontraram aumento na produção utilizando esse adubo. Cardoso et al. (2020), Lanna et al. (2020) e Cruz et al. (2021) relataram aumento de produtividade com a utilização de torta de mamona em repolho, abobrinha e rúcula, respectivamente. No entanto, doses elevadas de torta de mamona em solo rico em matéria orgânica podem reduzir a produção em couve-flor (CANDIAN, 2018).

Acúmulo de nutrientes

Existem grandes diferenças na quantidade de nutrientes minerais entre as espécies na matéria seca total, que, em média, é cerca de 5%, sendo esta quantidade um fator importante para a recomendação de adubação. A absorção dos nutrientes depende de diversos fatores, como a influência dos elementos climáticos, solo, espécie a ser cultivada, tipo de adubação, dentre outros. De acordo com os estágios de crescimento, os vegetais absorvem diferentes quantidades de nutrientes (GRANGEIRO et al., 2018; SOUTO et al., 2018).

Devido seu rápido crescimento e desenvolvimento, o jambu é muito exigente em nutrientes, além de ser colhida toda a parte aérea, resultando em grande exportação de nutrientes. Para manejar a adubação, é essencial conhecer o balanço de nutrientes, traduzido pela diferença entre a entrada dos elementos via adubação e a sua exportação nos produtos colhidos (SOUTO et al., 2018).

Borges et al. (2013), em sua pesquisa avaliando a biomassa, acúmulo de nutrientes em plantas de jambu quando cultivado sob adubação orgânica e inorgânica, relataram que a adubação orgânica (10 kg m⁻² de esterco de curral) favoreceu o acúmulo de fósforo nas plantas em comparação a adubação inorgânica. Os mesmos

autores encontraram o maior acúmulo de nitrogênio nas folhas 612,94 mg planta⁻¹ seguida pelas inflorescências 310,06 mg planta⁻¹.

Em estudos de Farias et al. (2010), ao avaliarem os teores de N, P, K de duas variedades de jambu, conduzidas em solo e hidroponia em diferentes períodos, encontraram teores mais elevados de N, aos 7 e 14 DAT quando as plantas foram cultivadas em hidroponia, e para o P, o cultivo hidropônico foi inferior apenas aos 21 DAT, para o K, não houve diferença no teor para cada período, no entanto o cultivo em hidroponia apresentou maior valor.

Gama et al. (2018) observaram que quando foi utilizado o adubo orgânico misturado ao NPK alcançaram ganho de biomassa verde independentemente do uso da calagem no cultivo de jambu. Rodrigues et al. (2014), em sua pesquisa com doses de nitrogênio e fósforo na cultura do jambu, observaram que a dose de 112,5 kg de N ha⁻¹ atingiu 423,7 flores, essa foi a maior dose aplicada na pesquisa e proporcionou um aumento da ordem de 160% em relação ao controle sem adubação, e, para o fósforo, a dose com 75 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou maiores número e massa fresca e seca das flores.

Nordi (2021), em seu estudo com a utilização de adubos orgânicos no jambu, mostrou que a farinha de casco e chifre foi superior aos demais adubos aplicados para a massa de matéria seca. Nesse estudo, relataram a seguinte ordem decrescente de acúmulo de nutrientes (g m⁻²) nas duas áreas estudadas: sítio Zodíaco: K > N > Ca > Mg > P > S com 54,37; 27,2; 7,4; 5,9; 4,8 e 4,6 respectivamente, enquanto na Fazenda São Manuel foi K > N > Ca > P > Mg > S com 23,25; 11,4; 5,3; 3,5; 2,3 e 1,7 respectivamente.

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO DE JAMBU (*Acmella oleracea* [(L.) R. K. Jansen]) COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS ORGÂNICOS NO PLANTIO E EM COBERTURA

RESUMO

Na região Sudeste do Brasil, o jambu tem sido cultivado especificamente com destino para a indústria cosmética e farmacêutica, sendo quase toda a produção no sistema orgânico. Por não haver recomendações específicas para a cultura, os produtores seguem de outras hortaliças da família ou semelhantes. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o efeito da forma de aplicação (antes do plantio e em cobertura) dos adubos orgânicos torta de mamona e farinha de casco e chifre na produção de plantas de jambu. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel-SP e no sítio 'Estância Três Nascentes', situado em Botucatu-SP. Foram avaliados sete tratamentos em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)) $\times$ 3 formas de aplicação (100% antes do plantio; 100% em cobertura; 50% antes do plantio + 50% em cobertura) e o controle sem estes adubos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas, em cada local, a altura, número de inflorescências (NI), massa da matéria fresca das inflorescências (MMFI_{Inf}), da parte vegetativa (MMFPV) e total (MMFT_{Total}). Em São Manuel, houve diferença entre adubos, nas formas de aplicação, o 100% antes do plantio e 50% antes do plantio + 50% em cobertura para MMFPV e para MMFT_{Total} apenas na primeira forma. Em Botucatu, a utilização de FCC resultou em maior NI quando aplicada 100% antes do plantio e entre adubos para MMFPV e MMFT_{total} quando aplicados 100% em cobertura. Os aumentos em comparação ao controle, com a utilização tanto da FCC como da TM, foram de 81%, 83%, 168%, 83% e 95% em São Manuel e 19%, 42%, 316%, 56% e 67%, em Botucatu, para Altura, NI, MMFI, MMFPV e MMFT_{Total}, respectivamente para as duas áreas, confirmando a importância da complementação da adubação de base feita apenas com o composto orgânico.

Palavras-chave: Torta de mamona; farinha de casco e chifre; nitrogênio; massa fresca; inflorescências.

JAMBU (*Acemella oleracea* [(L.) RK Jansen]) PRODUCTION WITH THE USE OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS BEFORE PLANTING AND TOP DRESSING

ABSTRACT

In the Southeast region of Brazil, jambu has been cultivated specifically for the cosmetic and pharmaceutical industry, with almost all production in the organic system. As there are no specific recommendations for the culture, producers follow other vegetables in the family or similar. The objective of this research was to evaluate the effect of the form of application (before planting and in coverage) of organic fertilizers castor bean cake and hull and horn flour on the production of jambu plants. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel-SP and at the 'Estância Três Nascentes' site, located in Botucatu-SP. Seven treatments were evaluated in a 2 x 3 + 1 factorial scheme, being two organic fertilizers (castor bean cake (TM) and hoof and horn flour (FCC)) x 3 forms of application (100% before planting; 100% in coverage; 50% before planting + 50% in coverage) and control without these fertilizers. The experimental design was in randomized blocks, with four replications. At each location, height, number of inflorescences (NI), mass of inflorescence fresh matter (MIFM), vegetative part (MVFM) and total (MTFM) were evaluated. In São Manuel, there was a difference between fertilizers, in the forms of application, the 100% before planting and 50% before planting + 50% coverage for MVFM and for MTFM only in the first form. In Botucatu, the use of FCC resulted in higher NI when applied 100% before planting and between fertilizers for MVFM and MTFM when applied 100% in coverage.

Keywords: Castor bean cake; hoof and horn powder; nitrogen; fresh matter; inflorescences

1.1 INTRODUÇÃO

O jambu (*Acemella oleracea* [(L.) R. K. Jansen]) é uma hortaliça nativa da região amazônica, muito usada como condimento em pratos típicos do norte do Brasil, como o tacacá, pato no tucupi e o vatapá. Também tem aplicação na medicina popular, por meio da prática de infusões no tratamento de doenças de garganta, malária, tuberculose, dispepsia, entre outras (HOMMA et al., 2011; GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). Essa hortaliça possui propriedades químicas, que vem despertando o interesse da indústria farmacêutica e cosmeceutica, principalmente pela presença do metabólito bioativo chamado de espilantol (BORGES et al., 2013; SOUTO et al., 2018).

A concentração maior do espilantol, segundo Borges et al. (2013), está nas inflorescências e com menor teor nas folhas. Além do espilantol, o jambu contém outros constituintes nutricionais e funcionais, como elevado conteúdo de ferro, cálcio e ainda possui as vitaminas B1, B2, niacina, C e pró-vitamina A (MARCHESINI et al., 2020). A planta também apresenta baixo valor calórico e capacidade antioxidante (ABEYSIRI et al., 2013).

Atualmente, a maior demanda por essa hortaliça é no sistema orgânico. No entanto, ainda são escassas pesquisas com adubação orgânica na cultura do jambu. Dentre as práticas de manejos nas oleráceas, a adubação orgânica pode favorecer maior produtividade, assim como na redução da utilização e custos com adubos inorgânicos. A adubação orgânica tem influência nas características físicas, químicas e biológicas do solo, sendo que essas contribuições são importantes para o potencial produtivo dos solos, principalmente de ambientes tropicais e subtropicais (SOUTO et al., 2018; CARDOSO et al., 2020). É mais lenta a disponibilidade dos nutrientes por meio da adubação orgânica (MONSALVE; GUTIÉRREZ e CARDONA 2017; CARDOSO et al., 2020).

Entre os diversos adubos orgânicos, com potencial para serem utilizados na adubação em cobertura das hortaliças, tem-se a farinha de casco e chifre e a torta de mamona (CARDOSO et al., 2020; LANNA et al., 2020; ALMEIDA et al., 2021; HOUNMENOU et al., 2021; NORDI, 2021). A torta de mamona, resíduo do processamento da mamona, é importante fonte de nitrogênio, sendo o fósforo, potássio e os micronutrientes em menores quantidades (NASSER et al., 2020). A farinha de casco e chifre é um resíduo oriundo do processamento e abate de bovinos,

rica em nitrogênio (NORDI, et al., 2022). Ambos os adubos apresentam baixa relação C:N.

As plantas apresentam diferentes exigências nutricionais durante seu crescimento, com maior demanda por nutrientes, geralmente, na fase reprodutiva. Além disto, alguns nutrientes, como o nitrogênio, podem ser perdidos por lixiviação, principalmente em épocas de elevada precipitação. Por isto, normalmente recomenda-se o parcelamento de alguns adubos, colocando-se parte antes do plantio e parte em cobertura. Com a aplicação dos adubos no período e na dose corretas, pode-se ter aumento da produtividade e redução de custos (COLOMBARI et al., 2018). No entanto, o número excessivo de parcelamentos pode aumentar o custo com mão de obra (CARDOSO et al., 2020).

Nesse contexto objetivou-se avaliar o efeito da forma de aplicação (antes do plantio e em cobertura) dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona na produção de plantas de jambu.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitos dois experimentos, um conduzido na área da Fazenda Experimental de São Manuel, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' (UNESP), localizada no município de São Manuel, SP (22° 46' 35" S e 48° 34' 44" W e altitude de 740 m) e outro no sítio do Produtor na 'Estância Três Nacentes' localizada no município de Botucatu, SP (22° 58' 11" S e 48° 23' 56" W e altitude de 870 m). O clima, nos dois municípios, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico do tipo Cwa, subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco (ALVARES et al., 2014).

Foram realizada a coleta de solo nas duas áreas na profundidade de 0-20 cm antes da instalação dos experimentos e as características químicas foram avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001). Foram obtidos os seguintes resultados para a área da fazenda em São Manuel: pH(CaCl₂) = 5,6; M.O. = 11 g dm⁻³; Presina = 319 mg dm⁻³; H+Al = 12 mmolc dm⁻³; K = 3,1 mmolc dm⁻³; Ca = 49 mmolc dm⁻³; Mg = 8 mmolc dm⁻³; SB = 60 mmolc dm⁻³; CTC = 72 mmolc dm⁻³; V%= 83. Para a área do Produtor em Botucatu foram obtidos os seguintes resultados: pH(CaCl₂) = 5,6; M.O. = 39 g dm⁻³; Presina = 64 mg dm⁻³; H+Al = 21 mmolc dm⁻³; K

= 4,4 mmolc dm⁻³; Ca = 40 mmolc dm⁻³; Mg = 12 mmolc dm⁻³; SB = 56,4 mmolc dm⁻³; CTC = 77,4 mmolc dm⁻³; V%= 73.

Foram avaliados sete tratamentos em esquema fatorial 2 x 3 + 1, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)) x 3 formas de aplicação (100% antes do plantio; 100% em cobertura; 50% antes do plantio + 50% em cobertura) e o controle sem estes adubos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 28 parcelas de 1 m².

A quantidade aplicada de cada adubo comercial (Tabela 1) foi de acordo com o resultado da análise química encontrada nos adubos (Tabela 2) e correspondeu a dose recomendada para nitrogênio em cobertura (80 kg ha⁻¹), sendo usado como base no agrião d'água (Trani et al., 2013), por não haver recomendação específica para a cultura do jambu. Em Botucatu, a cultura anterior implantada na área pelo produtor foi o milho (*Zea mays*). E na fazenda em São Manuel na área utilizada, os plantios anteriores formam chicória (*Cichorium intybus*) e o jambu, no entanto estava há oito meses sem ser cultivada.

O preparo do solo em cada área foi realizado com a incorporação em pré-plantio em área total, com o rotoencanteirador, dos Fertilizantes orgânico classe A Provaso (30 t ha⁻¹) em São Manuel, e o composto orgânico Floral (20 t ha⁻¹) no produtor em Botucatu. Os adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre aplicados antes do plantio (de acordo com os tratamentos) foram incorporados com enxada em cada parcela. Em cobertura a adubação foi de acordo com os tratamentos, sendo colocados os adubos nas entrelinhas, sem incorporação ao solo. No tratamento controle foi aplicado apenas o adubo de base (Provaso ou composto orgânico Floral). O composto floral é um adubo feito pelo produtor a partir de resíduo orgânico agroindustrial classe A, esterco e cama aviária, cinzas, resíduos concentrados de maceração de milho, casca de ovos, resíduos de podas, roçagem e capinas.

Tabela 1- Quantidades dos adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre aplicada antes do plantio e em cobertura de acordo com os tratamentos

Adubos	Controle	100% antes do plantio	100% em cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura
	gramas m ⁻²			
Torta de mamona	0	167	167	83,5 + 83,5
Farinha de casco e chifre	0	54	54	27,0 + 27,0

Tabela 2- Análise de macronutrientes dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)

Adubos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Umidade	M.O.	Relação
	----- * % (ao natural) -----								C/N
PRO	0,35	0,46	0,67	1,61	0,29	0,30	36,00	19,00	20/1
CFLO	8,80	1,90	1,10	5,96	0,66	0,25	26,00	42,18	1,93/1
TM	4,34	0,93	0,96	0,69	0,48	0,29	6,00	42,00	4,3/1
FCC	14,59	0,20	0,11	0,17	0,06	1,33	8,00	92,00	0,5/1

Para a produção das mudas do experimento na fazenda em São Manuel, a semeadura foi feita em 20 de agosto de 2020, em bandejas de polipropileno de 200 células, contendo substrato Carolina, com média de 3 a 5 sementes por célula. Foi utilizada a variedade com flores amarelas e roxas de jambu. As bandejas permaneceram por 40 dias após a semeadura (DAS) no viveiro de mudas e foram transplantadas (29 de setembro de 2020) em canteiros no espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre covas, totalizando 20 covas m⁻², cada célula da bandeja tinha de três a quatro plantas, que foram transplantadas em covas únicas nos canteiros. Para o experimento na área do produtor em Botucatu, as mudas foram produzidas pelo próprio produtor, em bandejas com 200 células, com 3 a 4 plantas por célula, e posteriormente foram transplantadas no dia 18 de outubro de 2020 no mesmo espaçamento.

O sistema de irrigação em Botucatu foi por aspersão e na fazenda em São Manuel foi por micro-aspersão, e o controle de plantas espontâneas nas duas áreas foi realizado manualmente, sempre que necessário.

A colheita foi realizada aos 60 DAT nas duas áreas. Para avaliação da produção foram colhidas apenas as plantas de quatro covas centrais (parcela útil). A parte aérea

foi cortada a aproximadamente 7 cm do solo e encaminhadas para o laboratório do Departamento de Produção Vegetal, setor de Horticultura, da FCA/UNESP – Botucatu para posterior separação das inflorescências e do restante da parte aérea para se avaliar as seguintes características:

- a) altura das plantas: foi mensurada com o auxílio de uma régua graduada;
- b) número de inflorescências, sendo estimado o número por m^2 ;
- c) massa da matéria fresca da parte vegetativa, das inflorescências e do total (vegetativa + inflorescências): determinada pela pesagem, em balança analítica com precisão de 0,1 g, de cada parte das plantas e estimados os valores em $kg\ m^{-2}$.

Os dados experimentais foram submetidos ao teste de normalidade ShapiroWilk ($p \leq 0,05$). Em seguida realizou-se a análise de variância e teste de Tukey para a comparação das formas de aplicação dos adubos e entre adubos foi realizado o teste t, mediante a utilização do software estatístico AGROESTAT (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Experimento na Fazenda Experimental em São Manuel

O tratamento controle foi inferior aos tratamentos do fatorial para todas as características avaliadas: altura das plantas (12,25 cm), número de inflorescências (335 por m^2), massa da matéria fresca da parte vegetativa (1,300 $kg\ m^{-2}$); massa da matéria fresca das inflorescências (0,219 $kg\ m^{-2}$), e massa da matéria fresca total (1,520 $kg\ m^{-2}$) (Tabela 3). Portanto, pode-se afirmar que os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona são eficientes em aumentar a produção de jambu no sistema orgânico, pois são fontes principais de N, que é o nutriente mais requerido pela cultura do jambu. Além da liberação de nutrientes, segundo Primavesi (2016), os adubos orgânicos melhoram as estruturas físicas, químicas e biológicas do solo ao favorecer inúmeros processos microbiológicos relacionados com a mineralização (MONSALVE et al., 2017), principalmente em ambientes tropicais, onde a degradação da matéria orgânica é mais intensa e rápida.

Para altura das plantas não houve diferença entre os adubos dentro de cada forma de aplicação, somente na comparação entre as formas de aplicação dos adubos (Tabela 3). Quando os adubos foram aplicados 100% antes do plantio e 50% antes

do plantio + 50% em cobertura, as plantas apresentaram maior altura tanto para farinha de casco e chifre quanto para a torta de mamona, em comparação a aplicação 100% em cobertura (Tabela 3). E os aumentos do fatorial em compração ao controle foi de 81% a mais.

Tabela 3- Média da altura das plantas, número de inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências, massa da matéria fresca da parte vegetativa e massa da matéria fresca total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona e das formas de aplicação destes. São Manuel-SP, 2020

Tratamentos	100% antes do plantio	100% em cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura	CV (%)
Altura das plantas (cm)				
Farinha de casco e chifre	20,50 aB	22,50 aA	22,75 aA	4,6
Torta de mamona	19,75 aB	23,50 aA	23,75 aA	
Controle	12,25*			
Número de inflorescências (unidades m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	633 aA	645 aA	631 aA	9,7
Torta de mamona	583 aA	593 aA	608 aA	
Controle	335*			
Massa da matéria fresca das inflorescências (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,589 aA	0,618 aA	0,665 aA	15,6
Torta de mamona	0,535 aA	0,547 aA	0,564 aA	
Controle	0,219*			
Massa da matéria fresca da parte vegetativa (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	2,385 aA	2,634 aA	2,673 aA	11,8
Torta de mamona	1,811 bB	2,475 aA	2,340 aA	
Controle	1,300*			
Massa da matéria fresca total (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	3,003 aA	3,224 aA	3,338 aA	10,1
Torta de mamona	2,347 bB	3,023 aA	2,904 bA	
Controle	1,52*			

CV: coeficiente de variação.

*Média do tratamento controle inferior ao dos tratamentos do fatorial.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (teste Tukey) e minúscula nas colunas (teste t) não diferem estaticamente a 5% de probabilidade.

Para número de inflorescências por m², não houve diferença entre os adubos e formas de aplicação, com média, de 616 inflorescências por m² representando 83

% a mais que o controle (Tabela 3). O mesmo foi observado para a massa da matéria fresca das inflorescências, ou seja a média do fatorial, foi 168 % a mais que o controle, e não houve diferença tanto entre os adubos como para as formas de aplicação, com média de $0,587 \text{ kg m}^{-2}$. Portanto, o produtor pode escolher o adubo e a forma de aplicação se o objetivo for apenas as inflorescências. Desta maneira, o tratamento com parcelamento da aplicação (50% antes do plantio + 50% em cobertura) seria o menos indicado, pois demanda maior mão de obra, por serem duas operações. Quanto aos adubos, o produtor poderia escolher o que for mais barato, considerando-se o custo por kg de N. Quanto aos valores obtidos, 335 a 645 inflorescências por m^2 , são inferiores aos relatados por Nordi et al. (2022), 1010 inflorescências por m^2 e $1,830 \text{ kg m}^{-2}$, em sua pesquisa nessa mesma localidade, aplicando farinha de casco e chifre ($50 \text{ kg de N ha}^{-1}$) em cobertura.

Vale ressaltar que a maior concentração de espilantol é encontrada nas inflorescências do jambu, sendo, portanto, a parte de maior interesse para a indústria cosmética e farmacêutica (DIAS et al., 2012; BORGES et al., 2013). Esse composto bioativo, de ocorrência natural na espécie, desempenha papel importante nas funções reguladoras de crescimento da planta e defesa do vegetal contra herbivoria e até mesmo defesa interespecíficas (HOLETZ et al., 2002; DIAS et al., 2012).

Para massa da matéria fresca da parte vegetativa, o fatorial apresentou 83% a mais que o o tratamento controle (Tabela 3). Na comparação entre adubos, a utilização da farinha de casco e chifre resultou em maior produção ($2,385 \text{ kg m}^{-2}$) do que a torta de mamona ($1,811 \text{ kg m}^{-2}$) apenas quando estes adubos foram utilizados 100% antes do plantio. Para a farinha de casco e chifre não houve diferença entre as formas de aplicação, enquanto que para a torta de mamona a aplicação 100% antes do plantio apresentou menor produção da parte vegetativa em comparação as outras duas formas (100% em cobertura e 50% antes do plantio + 50% em cobertura).

Os resultados para a produção de massa da matéria fresca total acompanharam os da parte vegetativa, com a farinha de casco e chifre sendo superior a torta de mamona apenas com aplicação 100% antes do plantio, ausência de diferença entre as formas de aplicação com a utilização da farinha de casco e chifre e menor produção com a aplicação 100% antes do plantio comparado as outras formas de aplicação apenas com a utilização da torta de mamona. A massa da matéria fresca total do fatorial foi 95% a mais que o controle.

Os valores para massa de matéria fresca total são semelhantes aos encontrados por Nordi et al. (2022) no melhor tratamento com farinha de casco e chifre ($3,13 \text{ kg m}^{-2}$), em sua pesquisa com diferentes adubos em cobertura na produção orgânica do jambu, utilizando 50 kg ha^{-1} de nitrogênio em cobertura. Na comparação dos adubos, só foi obtida diferença com aplicação 100% antes do plantio, quando o tratamento com farinha de casco e chifre foi superior ao com torta de mamona, o que também foi observado por Nordi et al. (2022), apesar deste autor ter aplicado apenas em cobertura.

Dentre os tratamentos do fatorial, o que apresentou os piores resultados para massa da matéria fresca da parte vegetativa e total foi com a utilização da torta de mamona 100% antes do plantio. Neste tratamento, provavelmente, deve ter ocorrido grande liberação de nutrientes, principalmente N, no início do ciclo da planta de jambu e pode ter faltado no final do ciclo, época de maior demanda por nutrientes. Contudo não foi observado sintomas de deficiência nutricional. Observa-se (Tabela 1), que a torta de mamona apresenta uma relação carbono: nitrogênio (4,3: 1) considerada baixa, ou seja o excesso de N acelera o processo de decomposição e mineralização, no entanto a resposta também pode ser influenciada dependendo do tipo de solo, clima e manejos na área.

Em estudo de Severino et al. (2004), sobre a mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, os autores concluíram que a quantidade de CO_2 liberada pela torta de mamona no período de 33 dias, foi seis vezes maior do que a do esterco bovino e 14 vezes maior que a do bagaço de cana-de-açúcar. Com isto, sua decomposição é muito rápida e os nutrientes são mais rapidamente liberados e aproveitados pelas plantas.

Em estudo de Cruz et al. (2021), com a cultura da rúcula, os autores não observaram diferença utilizando a torta de mamona em cobertura ou antes do plantio, diferindo da presente pesquisa. No entanto, o ciclo da rúcula (cerca de 30 dias após a semeadura) é bem menor, ou seja, provavelmente a torta de mamona aplicada por estes autores antes do plantio deve ter proporcionado liberação de nutrientes ao longo de todo o ciclo da rúcula, o que não ocorreu com o jambu, com ciclo de 60 dias após o plantio. Ainda tem-se que se considerar que os solos são diferentes, assim como as condições de cultivo e de clima.

É importante ressaltar que mesmo que a dose de nitrogênio tenha sido a mesma para os dois adubos e formas de aplicação (exceto no tratamento controle),

cada adubo pode ter velocidade de liberação dos nutrientes distintas. A farinha de casco e chifre, segundo Laber (2003), é um dos adubos orgânicos mais eficientes para liberação dos nutrientes a curto prazo para as hortaliças, principalmente o nitrogênio. Na produção de biofertilizantes, Almeida et al. (2021) relataram que a farinha de casco e chifre libera mais rapidamente o N que a torta de mamona. No entanto, a aplicação direto no solo é diferente da liberação em água, como ocorre nos biofertilizantes.

A utilização de adubos orgânicos na produção de hortaliças é importante não somente pelo fornecimento de nutrientes às plantas, mas também representa importante estratégia de manejo, devido ao incremento nos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total, influencia positivamente as propriedades físicas, como retenção de água, plasticidade, porosidade; químicas, aumentando os macro e micronutrientes no solo; e biológicas do solo, pelos processos microbiológicos influenciados pela mineralização e a liberação de nutrientes para os vegetais (SOUZA e ALCANTARA, 2008; ZANDONADI et al., 2014).

A aplicação apenas superficial dos adubos orgânicos em cobertura apresenta maior tempo de mineralização em comparação aos adubos incorporados antes do plantio, pois com a incorporação os adubos ficam em contato com os microrganismos do solo, essenciais para o processo de mineralização e disponibilização dos nutrientes para as plantas (MONSALVE et al., 2017; CARDOSO et al., 2020; NORDI, 2021). No entanto, para a cultura do jambu a adubação em cobertura com a incorporação depois poderia ser prejudicial para as raízes da planta, que são superficiais, podendo acarretar em perdas produtivas para a cultura.

Apesar da menor velocidade de disponibilização ao se aplicar em cobertura sem incorporação, a aplicação de torta de mamona se mostrou mais vantajosa com aplicação em cobertura (50 ou 100% da dose), o que também foi relatado por diversos autores em diferentes espécies de hortaliças (SILVA et al., 2016; CARDOSO et al., 2020; LANNA et al., 2020; CRUZ et al., 2021). Trabalhando com couve-flor, Candian (2018) observou que em solo pobre em nutrientes e matéria orgânica, a adubação em cobertura com torta de mamona resultou em aumentos lineares de produção. No entanto, em solos ricos em matéria orgânica, a adubação em cobertura favoreceu aumento de produção até determinada dose, sendo que em doses elevadas prejudicou a produção.

1.3.2 Experimento no Sítio do Produtor em Botucatu

Assim como ocorreu na pesquisa na Fazenda de São Manuel (Tabela 3), o tratamento controle também foi inferior aos tratamentos do fatorial para todas as características, o fatorial apresentou aumentos em média de 19%, 42%, 56%, 316% e 67% para altura das planta, número de inflorescências, massa da matéria fresca da parte vegetativa, massa da matéria fresca das inflorescências e massa da matéria fresca total de plantas de jambu, respectivamente (Tabela 4), confirmando a importância da complementação da adubação de base feita apenas com o composto orgânico Floral aplicado na área do produtor.

De acordo com o boletim 100 segundo Raij et al. (1997), geralmente faz-se a adubação mineral de plantio de 40 Kg ha⁻¹ de N, e em cobertura de 60 a 90 Kg N ha⁻¹ tomando como base o agrião d'água, referência recomendada pela empresa que presta assistência técnica e comercializa o jambu. Para a adubação orgânica de hortaliças, segundo Villas Bôas et al. (2004) as doses variam de 10 a 100 th-1, do adubo orgânico e da cultura, sendo comum utilizar doses maiores.

Quando a farinha de casco e chifre foi aplicada 100% antes do plantio, as plantas apresentaram maior altura (49,00 cm) comparadas as do tratamento com torta de mamona (39,37cm) (Tabela 4). Na comparação entre as formas de aplicação, as plantas com torta de mamona aplicada 100% antes do plantio tinham menor altura que as das outras duas formas de aplicação deste adubo, enquanto que para a farinha de casco e chifre não houve diferença para as formas de aplicação. Os valores de altura estão dentro do que se espera para o jambu que é de 20 a 50 cm (LORENZI e MATOS 2002; GUSMÃO e GUSMÃO, 2013).

Tabela 4- Média da altura das plantas, número das inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências, massa da matéria fresca da parte vegetativa e massa da matéria fresca total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona, e das formas de aplicação destes. Botucatu-SP, 2020

Tratamentos	100% antes do plantio	100% em cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura	CV (%)
Altura das plantas (cm)				
Farinha de casco e chifre	49,00 aA	48,00 aA	45,50 aA	7,3
Torta de mamona	39,37 bB	46,75 aA	46,75 aA	
Controle	38,50*			
Número de inflorescências (unidades m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	1048 aA	912 aB	964 aAB	7,9
Torta de mamona	968 aA	1008 aA	1040 aA	
Controle	696*			
Massa da matéria fresca das inflorescências (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,727 aA	0,710 aA	0,649 aA	8,7
Torta de mamona	0,683 aA	0,720 aA	0,635 aA	
Controle	0,165*			
Massa da matéria fresca da parte vegetativa (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	5,807 aA	6,322 aA	5,314 aA	13,8
Torta de mamona	5,028 aA	5,250 bA	5,551 aA	
Controle	3,561*			
Massa de matéria fresca total (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	6,533 aA	7,032 aA	5,963 aA	12,5
Torta de mamona	5,711 aA	5,979 bA	6,186 aA	
Controle	3,73*			

CV: coeficiente de variação.

*Média do tratamento controle inferior ao dos tratamentos do fatorial.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (teste Tukey) e minúscula nas colunas (teste t) não diferem estaticamente a 5% de probabilidade.

Observa-se que assim como ocorreu na fazenda em São Manuel (Tabela 3), para número de inflorescências não houve diferença entre os adubos e formas de aplicação, com média de 990 inflorescências por m² (Tabela 4) e o tratamento controle (696 inflorescências por m²) foi inferior aos tratamentos do fatorial. Estes valores são menores que os relatados por Nordi et al. (2022), que foram, em média, de 2534 inflorescências por m². Para a massa da matéria fresca das inflorescências não houve diferença entre os adubos (FCC e TM) e nem entre as formas de aplicação dos adubos, com média de 0,687 kg m⁻² (Tabela 4).

Nordi et al. (2022) encontrou massa de inflorescências de 1,54 e 1,37 kg m⁻², com farinha de casco e chifre e torta de mamona, respectivamente. Borges et al. (2014), em seu estudo com jambu utilizaram esterco de curral no plantio e torta de mamona em cobertura, também obtiveram valores superiores (1,4 kg m⁻²) de massa fresca das inflorescências.

As plantas do tratamento com farinha de casco e chifre apresentaram maior massa de matéria fresca da parte vegetativa, comparada as adubadas com torta de mamona, apenas quando ocorreu a adubação 100% em cobertura (Tabela 4). Por outro lado, não houve diferença entre as formas de aplicação, para os dois adubos, com média geral de 5,55 kg m⁻², excetuando-se o controle que apresentou média inferior com 3,561 kg m⁻². Considerando-se apenas os tratamentos do fatorial, os valores observados são superiores aos obtidos por Nordi et al. (2022), que relatou média de 4,39 kg m⁻² e também foram maiores do que os encontrados no experimento da Fazenda de São Manuel (média de 2,386 kg m⁻²) (Tabela 3). Borges et al. (2014), em sua pesquisa com adubação orgânica e inorgânica na cultura do jambu, encontraram para massa fresca, colhendo aos 90 dias 1,310 kg m⁻² para o orgânico e 2,96 kg m⁻² para o inorgânico.

Quando a farinha de casco e chifre foi aplicada 100% em cobertura apresentou maior massa da matéria fresca total (7,032 kg m⁻²) que o tratamento com torta de mamona (5,979 kg m⁻²), não havendo diferença entre os adubos nas outras formas de aplicação, nem entre as formas de aplicação (Tabela 4). Almeida et al. (2021) relataram que o biofertilizante feito a base de farinha de casco e chifre liberava maior quantidade de N (para o mesmo tempo de fermentação) que o biofertilizante com torta de mamona, o que é vantajoso quando se utiliza em cobertura.

Como a farinha de casco e chifre tem menor relação C:N, os nutrientes ficam mais rapidamente disponíveis, resultando em maior massa fresca total quando aplicado em cobertura, realizada na época de maior demanda por nutrientes pelas plantas. A velocidade da decomposição da matéria orgânica em solos tropicais é mais rápida, e diversos fatores tem interferência nesse processo, como a composição química do material orgânico, tipo de solo, temperatura e umidade do ambiente e do solo (VILLAS BÔAS et al., 2004; SOUTO et al., 2018).

Por meio da adição dos adubos orgânicos, várias pesquisas têm demonstrado aumento na massa de matéria fresca de hortaliças, tais como a rúcula (SOLINO et al., 2010; CRUZ et al., 2021), jambu (BORGES et al., 2013; SOUTO et al., 2018; NORDI

et al., 2022), chicória (LANNA et al., 2017), beterraba (SILVA et al., 2016), couve-flor (CANDIAN, 2018) e repolho (CARDOSO et al., 2020), sendo que a forma de aplicação e o parcelamento, ou não, depende do tipo de adubo, da espécie, condições climáticas, dentre outros fatores, e há necessidade de mais pesquisas para subsidiar a melhor recomendação para cada situação, assim como já existe para várias culturas no sistema convencional.

No geral, a forma de aplicação dos adubos 100% em cobertura sempre esteve entre os melhores tratamentos, sendo superior a forma de aplicação 100% antes do plantio para algumas características e não diferindo da forma parcelada (50% antes do plantio + 50% em cobertura). No entanto, com o parcelamento temos duas operações, ou seja, maior custo com mão de obra.

1.4 CONCLUSÃO

A aplicação da farinha de casco e chifre resultou em maior massa fresca da parte vegetativa e total que a torta de mamona quando aplicada 100% antes do plantio em São Manuel e quando aplicada 100% em cobertura na pesquisa em Botucatu.

Na comparação entre as formas de aplicação, pode-se recomendar a aplicação 100% em cobertura.

REFERÊNCIAS

- ABEYSIRI, G. R. P. I.; DHARMADASA, R. M.; ABEYSINGHE, D. C.; SAMARASINGHE, K. Screening of phytochemical, physico-chemical and bioactivity of different parts of *Spilantes acmella* Murr. (Asteraceae), a natural remedy for toothache. *Ind. Crop. Prod.*, v. 50, p. 852- 856, 2013.
- ALMEIDA, L. G.; CANDIAN. J. S.; CARDOSO, A. I. I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. *Comunicata Scientiae*, v.12,n. 3205, p. 1-6, 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n.6, p. 711-728, 2014.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Experimentação Agrônômica & AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.
- BORGES, L. S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 6, p. 1768-1778, 2014.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; RUMY, G.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2018.
- CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA, J. B.; LANNA, N. B. L.; CANDIAN, J. S.; CASTRO, J. L.M. Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. *Horticultura Brasileira*, v. 38, n. 2, p. 230-234, 2020.
- COLOMBARI, L. F.; LANNA, N. B. L.; GUIMARÃES, L. R.P.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of the carrot in function of installments and nitrogen doses in coverage. *Horticultura Brasileira*, v.36, n.3, p.306-312, 2018.
- CRUZ, L. K. A.; RUFFINO, G. M.; PELVINE, R. A.; CARDOSO, A. I. I. Fontes de adubos orgânicos na produção de rúcula. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.16, n.2, p.123-131, 2021.
- DIAS A. M. A.; SANTOS P.; SEABRA I. J.; JUNIOR R. N. C.; BRAGA M. E. M.; SOUSA H. C. *Spilanthol* from *Spilanthus acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 61, p. 62-70, 2012.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. **Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea*): Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. EDUFRA, 1 ed., 2013, 135 p.

HOLETZ, G. L.; PESSINI, N. R.; SANCHES, D. A. G.; CORTEZ, C. V.; NAKAMURA, B. P. D FILHO. Triagem de algumas plantas utilizadas na medicina popular brasileira para o tratamento de doenças infecciosas, atividade antibacteriana e atividade antifúngica, **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **97** (2002) 1027–1031.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, A. S. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. Amazônia. **Ciência & Desenvolvimento**. v.6, n.12, p. 125-141, 2011.

HOUNMENOU, G. V. L.; CANDIAN, J. S.; INOWE, M. A.; COLOMBARI, L. F., CARDOSO, A. I. I.; MAGRO, F. O.; Cabbage production in function of castor bean cake doses in top dressing. **Comunicata Scientiae**, v.12, e3453, 2021.

LABER, H. N-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/>. Acesso em 7 junho 2020.

LANNA, N. B. L.; BARDIVIESSO, E. M.; TAVARES, A. E. B.; SILVA, P. N. L.; NAKADA-FREITAS, P. G.; NODA. S. B. H.; CARDOSO, A. I. I. Castor bean cake in top-dressing application as a source of nitrogen on the production and quality of zucchini organic seeds. **Bioscience Journal**, v.36, n1, p.130-142, 2020.

LANNA, N. B. L.; SILVA, P. N. L.; COLOMBARI, L. F.; FREITAS-NAKADA, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico na produtividade e acúmulo de macronutrientes em chicória. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 621-627, 2017.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.

MARCHESINI, P.; BARBOSA, A. F.; SANCHES, M. N. G.; DO NASCIMENTO, R. M.; VALE, F. L.; FABRI, R. L.; MONTEIRO, C. Acaricidal activity of *Acmella oleracea* (Asteraceae) extract against *Rhipicephalus microplus*: What is the influence of spilanthol. **Veterinary Parasitology**, v. 283, p. 109170, 2020.

MONSALVE, O. I.; GUTIÉRREZ, J. S.; CARDONA, W. A. Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicadas en meindas orgánicas al suelo. **Revista Colombiana de Ciencias Horticolas**, v.11, p.200-209. 2017.

NASSER, M. D.; CARDOSO, A. I. I.; VIEITES, R. L.; NASSER, F. A. D. C. M.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; SANTOS, J. A. Compostos bioativos e caracterização físico-química da couve-de-folha sob composto orgânico, gessagem e doses de enxofre em cobertura. **Scientia Plena**, v. 16, n. 9, p. 1-10, 2020.

NORDI, N. T.; CARDOSO, A. I. I.; ALVES, T. N.; MORAES, V. P.; CARVALHO, J. R. Organic fertilization in top dressing in jambu production. **Comunicata Scientiae**, v.14. n.3827, p. 1-10, 2022.

NORDI, N. T. **Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2021.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

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.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. (Boletim IAC, n. 100). p. 155-186.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 20-26, 2004.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 416-421, 2016.

SOLINO, A. J. S.; FERREIRA, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; NETO, S. E. A.; NEGREIRO, J. R. S. Cultivo orgânico de rúcula em plantio direto sob diferentes tipos de coberturas e doses de composto. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 18-24, 2010.

SOUTO, G. C.; GRANGEIRO, L. C.; GUSMÃO, S. A. L.; SOUSA, V. F. L. CAVALCANTE, A. E. C.; FRANÇA, F. D. Agronomic performance of jambu (*Acmella oleraceae*) using organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 151-156, 2018.

SOUZA, R. B.; DE ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2008.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. **Instituto Agrônomo de Campinas, IAC**, 2013.

VILLAS BÔAS, R. L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, D. M.; BÜLL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegidos. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28- 34, 2004.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n.1, p. 14–20, 2014.

CAPÍTULO 2

DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE JAMBU (*Acemella oleracea* [(L.) R. K. Jansen])

RESUMO

Por não haver recomendações específicas de adubação para a cultura do jambu, os produtores utilizam de outras hortaliças. Com isto, objetivou-se avaliar o efeito das doses dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona, na produção de plantas de jambu em sistema orgânico. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) - UNESP e no sítio 'Estância Três Nascentes', localizado em Botucatu-SP. Foram avaliados doze tratamentos, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)) x 6 doses de N em cobertura (50; 75; 100; 125; 150 e 0 (controle sem estes adubos)). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas, em cada local, altura das plantas (Alt), número de inflorescências (NI), massa da matéria fresca das inflorescências (MMFI), da parte vegetativa (MMFPV) e total (MMFTotal). Foram obtidos aumentos lineares quanto maior a dose dos adubos para todas as características nos dois locais. Comparando-se a maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) com o controle, foram obtidos aumentos na fazenda em São Manuel de 109%, 251%, 218%, 283% e 227% e de 69%, 79%, 111%, 276% e 118% e em Botucatu, para Alt, NI, MMFPV, MMFI e MMFTotal respectivamente para as duas áreas. Na comparação entre os adubos, a FCC apresentou melhores resultados que a TM para a maioria das características nas duas áreas.

Palavras chave: torta de mamona; farinha de casco e chifre; nitrogênio; sistema orgânico.

DOSES OF ORGANIC FERTILIZERS TOP DRESSING IN JAMBU PRODUCTION
(*Acmella oleracea*[(L.) RK Jansen])

ABSTRACT

As there are no specific fertilization recommendations for the jambu crop, producers use other vegetables. With this, it was aimed to evaluate the effect of the doses of organic fertilizers hull and horn flour and castor bean cake, in the production of jambu plants in an organic system. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) - UNESP and at the 'Estância Três Nascentes' site, located in Botucatu-SP. Twelve treatments were evaluated, in a 2 x 6 factorial scheme, being two organic fertilizers (castor bean cake (CBC) and hoof and horn (HHF)) x 6 doses of N in coverage (50; 75; 100; 125; 150 and 0 (control without these fertilizers)). The design experiment was in randomized blocks, with four replications. Plant height (PH), number of inflorescences (NI), mass of inflorescence fresh matter (MIFM), vegetative part (MVFM) and total (MTFM) were evaluated at each location. Linear increases were obtained the higher the fertilizer dose for all traits in both locations. Comparing the highest dose (150 kg ha⁻¹ of N) with the control, increases were obtained on the farm in São Manuel of 109%, 251%, 218%, 283% and 227% and of 69%, 79%, 111%, 276% and 118% and in Botucatu, for H, NI, MVFM, MIFM and MTFM respectively for the two areas. In the comparison between the fertilizers, the HHF presented better results than the CBC for most of the characteristics in the two areas.

Keywords: castor bean cake; hoof and horn powder; nitrogen; organic system

2.1 INTRODUÇÃO

O jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen), é uma hortaliça herbácea, não convencional de pequeno porte e hastes rastejantes ramificadas, pertencente à família Asteraceae, consumida nos pratos típicos da região Norte do Brasil, como pato no tucupi, tacacá, arroz com jambu, pizza, e nas bebidas alcoólicas, como a cachaça e o licor (HOMMA et al., 2011; GUSMÃO e GUSMÃO, 2013; FERREIRA et al., 2021)).

A cultura do jambu adapta-se bem em regiões com temperatura acima de 25°C e umidade relativa do ar próxima de 80% e a radiação solar direta reduzida (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013; FERREIRA et al., 2021). Em regiões como o Sudeste, especificamente no estado de São Paulo, os cultivos ocorrem na época da primavera verão, período este que as condições são favoráveis ao desenvolvimento da cultura (BORGES et al., 2013; NORDI et al., 2022).

O jambu também é empregado pela população da região amazônica para fins medicinais, tratamento de doenças de garganta, malária, tuberculose, dispepsia, entre outros (LORENZI e MATOS, 2002; HOMMA et al., 2011; GUSMÃO e GUSMÃO, 2013; SOUTO et al., 2018). Aliado a isso, é crescente o interesse de empresas no ramo da indústria cosmética e farmacêutica. Todas as partes do jambu são utilizadas, no entanto são as inflorescências que contém o maior teor do composto secundário de maior interesse, chamado espilantol (DIAS et al., 2012; RODRIGUES et al., 2014).

Tanto para o consumo, como para o uso industrial, a maior demanda é pelo jambu cultivado no sistema orgânico. Porém, ainda são escassas pesquisas com a adubação orgânica, principalmente em cobertura (BORGES et al., 2013; 2018; SOUTO et al., 2018; NORDI et al., 2022). Existem diversas opções de adubos orgânicos, que variam em sua composição química e a quantidade a ser aplicada vai depender das condições de fertilidade do solo (SOUZA e ALCANTARA, 2008; TRANI et al., 2013) dentre outros fatores. A utilização da adubação orgânica tem influência direta na melhoria das características físicas, aumentando a capacidade de retenção de água e a macroporosidade do solo, químicas na melhoria da fertilidade do solo e biológicas do solo com o aumento da proliferação de microrganismos decompositores da matéria orgânica (SOUZA e ALCANTARA, 2008; MAGRO et al., 2015).

A adubação orgânica, além do fornecimento de nutrientes para as plantas, também pode propiciar a reutilização de resíduos da agropecuária e industriais com potencial para a agricultura. Dentre os adubos com potencial para serem utilizados em

cobertura para as hortaliças estão a torta de mamona e a farinha de casco e chifre, que são excelentes fontes de nitrogênio e com rápida disponibilização por apresentar baixa relação carbono:nitrogênio (CAVALARO JUNIOR et al., 2009; ALMEIDA et al., 2021).

Normalmente, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os nutrientes exigidos em maiores quantidades pelas hortaliças folhosas (CARDOSO et al., 2020), sendo que a falta ou o excesso destes nutrientes nas plantas podem acarretar em distúrbios morfofisiológicos.

Em adubos orgânicos ricos em N, como a torta de mamona e a farinha de casco e chifre a adubação deve ser aplicada de forma a evitar excesso de nutrientes na solução do solo (SOUZA e ALCANTARA, 2008; CANDIAN, 2018; NORDI, et al 2022). A velocidade da disponibilização dos nutrientes pelos adubos orgânicos devem ser de acordo com a demanda da cultura (SANTOS et al., 2012).

No entanto, apesar da torta de mamona e a farinha de casco e chifre serem adubos com grande potencial, já comprovado em diferentes hortaliças (SILVA et al., 2016; CARDOSO et al., 2020; LANNA et al., 2020; ALMEIDA et al., 2021; HOUNMENOU et al., 2021, NORDI et al., 2022), há necessidade de mais estudos para possibilitar a recomendação do melhor adubo e das melhores doses, visando o aumento na produtividade da cultura e redução de custos. Com isto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o efeito das doses dos adubos orgânicos torta de mamona e farinha de casco e chifre na produção de plantas de jambu em sistema orgânico.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área da Fazenda Experimental de São Manuel, pertencente a Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' (UNESP), localizada no município de São Manuel, SP, a 22° 46' 35" S e 48° 34' 44" W e altitude de 740 m e no sítio do Produtor orgânico na 'Estância Três Nascentes', situado em Botucatu, SP, localizado a 22° 58' 11" S e 48° 23' 56" W e altitude de 870 m. O clima, nos dois municípios, 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 foi realizada a coleta de solo nas duas áreas na profundidade de 0-20 cm e as características químicas foram avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001). Foram obtidos os seguintes resultados para a área da fazenda em São Manuel: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,6$; $\text{M.O.} = 11 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 319 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 3,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 49 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 60 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 72 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 83$. Para a área em Botucatu foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,6$; $\text{M.O.} = 39 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 64 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 21 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 4,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 40 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 56,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 77,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 73$.

O preparo do solo, em cada área, foi realizado com a incorporação em pré-plantio, com o rotoencanteirador, dos adubos orgânico classe A (Provaso 30 t ha^{-1}) em São Manuel, e com o (composto orgânico Floral 20 t ha^{-1}) no produtor em Botucatu. As análises químicas destes adubos encontram-se na Tabela 1. O composto floral, tem em sua composição, resíduo orgânico agroindustrial classe A, esterco e cama aviária, cinzas, resíduos concentrados de maceração de milho, casca de ovos, resíduos de podas roçagem e capinas.

Foram avaliados doze tratamentos, em esquema fatorial 2×6 , sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona e farinha de casco e chifre) $\times 6$ doses de N em cobertura (50; 75; 100; 125; 150 e 0 (testemunha sem estes adubos)). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas de 1 m^2 . A escolha da dose mínima $50 \text{ t ha}^{-1} \text{ N}$, foi com base nos resultados da pesquisa de Nordi, (2021) com a cultura do jambu na região, e os melhores resultados obtidos foi quando utilizou os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona.

De acordo com a análise química realizada nos adubos (Tabela 1), foi feito o cálculo da quantidade aplicada em cobertura (Tabela 2), seguindo as doses estabelecidas. Os adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre aplicados em cobertura foram colocados nas entrelinhas, sem incorporação ao solo aos 15 (DAT).

Tabela 1- Resultados da análise dos macronutrientes, umidade e matéria orgânica (MO) dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)

Adubos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Umidade	MO	Relação
	----- * % (ao natural) -----								C/N
PRO	0,35	0,46	0,67	1,61	0,29	0,30	36,00	19,00	20/1

CFLO	8,8	1,9	1,1	5,96	0,66	0,25	26,00	42,18	1,93/1
TM	4,34	0,93	0,96	0,69	0,48	0,29	6,00	42,00	4,3/1
FCC	14,59	0,20	0,11	0,17	0,06	1,33	8,00	92,00	0,5/1

Tabela 2- Quantidade dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicada em cobertura, de acordo com os tratamentos

Adubo	Dose de N (kg ha ⁻¹)					
	Controle	50	75	100	125	150
	Quantidade do adubo (g m ⁻²)					
Torta de mamona	0	104,17	157,00	209,00	261,00	312,50
Farinha de casco e chifre	0	33,80	50,68	68,00	84,50	101,35

No experimento realizado em São Manuel, realizou-se a semeadura em 20 de agosto de 2020 em bandejas de polipropileno de 200 células, contendo substrato Carolina, com 3 a 5 sementes por célula. Foi utilizada a variedade com flores amarelas e roxas de jambu. As mudas foram transplantadas em 29 de setembro de 2020.

Para o experimento realizado em Botucatu, as mudas foram produzidas pelo próprio produtor, em bandejas com 200 células, com 3 a 4 plantas por célula, e foram transplantadas no dia 18 de outubro de 2020.

Nas duas áreas, as mudas foram transplantadas em canteiros, no espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre covas, totalizando 20 covas m⁻², com três plantas por cova.

O sistema de irrigação em Botucatu foi por aspersão e na fazenda em São Manuel foi por micro-aspersão, e o controle de plantas espontâneas nas duas áreas foi realizado manualmente, sempre que necessário. A adubação em cobertura foi realizada aos 15 dias após o transplante (DAT), em 14 de outubro de 2020 e 02 de novembro de 2020 na fazenda São Manuel e em Botucatu, respectivamente.

A colheita foi realizada aos 60 DAT nas duas áreas. Para avaliação da produção foram colhidas apenas as plantas de quatro covas centrais (parcela útil). A parte aérea foi cortada a aproximadamente 7 cm do solo e levadas para o laboratório do Departamento de Produção Vegetal, setor de Horticultura, da FCA/UNESP, campus de Botucatu para posterior separação das inflorescências e do restante do material vegetal produzido para se avaliar as seguintes características:

- altura das plantas: foi mensurada com o auxílio de uma régua graduada;
- número de inflorescências, sendo estimado o número por m⁻²;

c) massa da matéria fresca da parte vegetativa, das inflorescências e do total (parte vegetativa + inflorescências): determinada pela pesagem, em balança analítica com precisão de 0,1g, de cada parte das plantas e estimados os valores em kg m⁻².

Os dados experimentais foram submetidos ao teste de normalidade ShapiroWilk ($p \leq 0,05$). Em seguida, foi realizada a análise de variância e de regressão mediante a utilização do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa entre os fatores (adubos e doses), pelo teste F, para número de inflorescências e massa da matéria fresca das inflorescências, assim como diferença estatística para as doses em todas as características nas pesquisas realizadas tanto na fazenda em São Manuel como na área do produtor em Botucatu. Para o fator adubos quase todas as características, nas duas áreas, foram significativas pelo teste F, exceto a massa da matéria fresca da parte vegetativa na pesquisa em Botucatu (Tabela 3).

Tabela 3- Resumo da análise de variância para a altura das plantas (AltPI), número das inflorescências (NrInf), massa da matéria fresca da parte vegetativa (MMFPV) e, massa da matéria fresca das inflorescências (MMFInf), massa da matéria fresca total (MMFTotal) de plantas de jambu em função das doses de nitrogênio para os adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

	AltPI	NrInf	MMFPV	MMFInf	MMFTotal
São Manuel					
QM Adubos (A)	18,75**	31505,42**	3,22**	0,1869**	4,959**
QM Doses (D)	238,13**	4500211**	10,52**	0,5793**	15,928**
QM Interação (AxD)	2,30 ^{ns}	124953,90**	0,30 ^{ns}	0,027**	0,479 ^{ns}
QM Resíduo	2,59	8503,43	0,204	0,0069	0,233
CV (%)	8,4	12,4	17,8	15,5	15,6
Botucatu					
QM Adubos (A)	16,33**	83500,08**	0,311 ^{ns}	0,019**	0,485**
QM Doses (D)	453,18**	388703,08**	14,04**	0,227**	17,73**
QM Interação (AxD)	2,03 ^{ns}	31336,08**	0,088 ^{ns}	0,008**	0,114 ^{ns}
QM Resíduo	3,10	3113,40	0,117	0,0006	0,115
CV (%)	4,0	5,6	5,9	5,34	5,4

QM= Quadrado médio,

*, ** = significativo pelo teste F a 5% e 1%, respectivamente.

ns = não significativo pelo teste F.

Observa-se que para a característica altura das plantas de jambu houve diferença entre adubos, nas duas áreas, com maior altura nos tratamentos em que se utilizou a farinha de casco e chifre (Tabela 4). Em São Manuel, para o fator doses, o melhor ajuste foi o linear crescente (Figura 1A), com estimativa de 25,5 e 24,7 cm para a maior dose (150 kg ha^{-1} de N) com a farinha de casco e chifre e torta de mamona, respectivamente, ou seja, aumento médio de 109% em relação ao controle (dose 0).

Na área do produtor em Botucatu (Figura 2A), o melhor ajuste foi o quadrático, tanto para a farinha de casco e chifre como para a torta de mamona, com alturas máximas estimadas em 49,5 e 49,2 cm, para as doses 113 e 133 kg ha^{-1} de N, respectivamente. Os valores obtidos estão dentro da faixa descrita por Gusmão e Gusmão (2013) como o normal para o jambu, que é de 20 a 50 cm. Borges et al. (2014) obtiveram alturas de 27 e 21 cm com as cultivares Jamburana e Nazaré, respectivamente, quando cultivadas com adubação orgânica, ou seja, valores semelhantes aos obtidos na Fazenda São Manuel.

Tabela 4- Médias para a altura das plantas (AltPI), massa da matéria fresca da parte vegetativa (MMFPV), massa da matéria fresca total (MMFTotal) de plantas de jambu para os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

Adbos	AltPI	MMFPV	MMFTotal
São Manuel			
FCC	19,91 a	2,804 a	3,404 a
TM	18,67 b	2,286 b	2,761 b
CV (%)	8,4	17,8	15,6
Botucatu			
FCC	44,79 a	5,914 a	6,400 a
TM	42,62 b	5,753 a	6,199 b
CV (%)	4,0	5,9	5,4

C.v%: Coeficiente de variação,

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada área, não diferem entre si pelo teste (T) a 5% de probabilidade.

Figura 1- Altura das plantas, número de inflorescências (NrInf), massa da matéria fresca da parte vegetativa (MFPV), massa da matéria fresca das inflorescências (MMFInf) e, massa da matéria fresca total (MMFTotal) de

FCC	337 a	431 a	540 a	923 a	1124 a	1253 a	12,4
TM	333 a	540 a	542 a	857 a	933 b	1093 b	
Massa da matéria fresca das inflorescências (kg m⁻²)							
FCC	0,220 a	0,331 a	0,430 a	0,794 a	0,879 a	0,949 a	15,5
TM	0,245 a	0,257 a	0,327 a	0,551 b	0,663 b	0,810 a	

C.v.%: coeficiente de variação.

Média seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (teste t) não diferem estaticamente (< 0,05% de probabilidade).

Para número de inflorescências, na fazenda em São Manuel os dados se ajustaram ao modelo linear crescente, com valores máximos estimados em 1253 e 1093 inflorescências m⁻², ou seja, valores 273% e 228% superiores ao controle (dose 0), para a farinha de casco e chifre e para torta de mamona, respectivamente (Figura 1B). Por outro lado, na área do produtor em Botucatu (Figura 2B), os dados nos tratamentos com a farinha de casco e chifre se ajustaram ao modelo cúbico, com máximo estimado em 1293 inflorescências m⁻² na maior dose testada, enquanto que com a torta de mamona o ajuste foi linear, com máximo estimado em 1162 inflorescências m⁻², também na maior dose (150 kg ha⁻¹ de N).

Na comparação dos adubos, as plantas adubadas com farinha de casco e chifre produziram maior número de inflorescências que as adubadas com torta de mamona apenas nas duas maiores doses (125 e 150 kg ha⁻¹ de N), tanto na fazenda São Manuel (Tabela 5) como na área do produtor em Botucatu (Tabela 6).

Apesar da importância das inflorescências, que, segundo Homma et al. (2014), apresentam maior concentração do espilantol e, portanto, são de grande importância para uso medicinal e cosmético, são poucas as pesquisas em que se avalia o número destas, sendo observado no trabalho de Rodrigues et al., (2014) quando aplicou sulfato de amônio na dose de 112,5 kg de N ha⁻¹ atingiu 423,7 inflorescências m⁻², e Nordi et al. (2022), que relataram na pesquisa realizada na mesma Fazenda São Manuel, 1010 e 769 inflorescências m⁻², com farinha de casco e chifre e torta de mamona, respectivamente, ou seja, valores inferiores aos observados nas maiores doses (Tabela 5). No entanto, os autores avaliaram uma única dose de 50 kg ha⁻¹ de N e, para essa dose os valores observados nessa pesquisa são superiores ao das duas pesquisas quando comparada a menor dose (50 kg ha⁻¹ de N).

Figura 2- Altura das plantas, número de inflorescências (Ninf), massa da matéria fresca de parte vegetativa (MFPV); massa da matéria fresca de inflorescências (MMFinf); massa da matéria fresca total (MFTotal) de

plantas de jambu em função de doses nitrogênio para os adubos torta de mamona e casco e chifre. Botucatu-SP, 2020

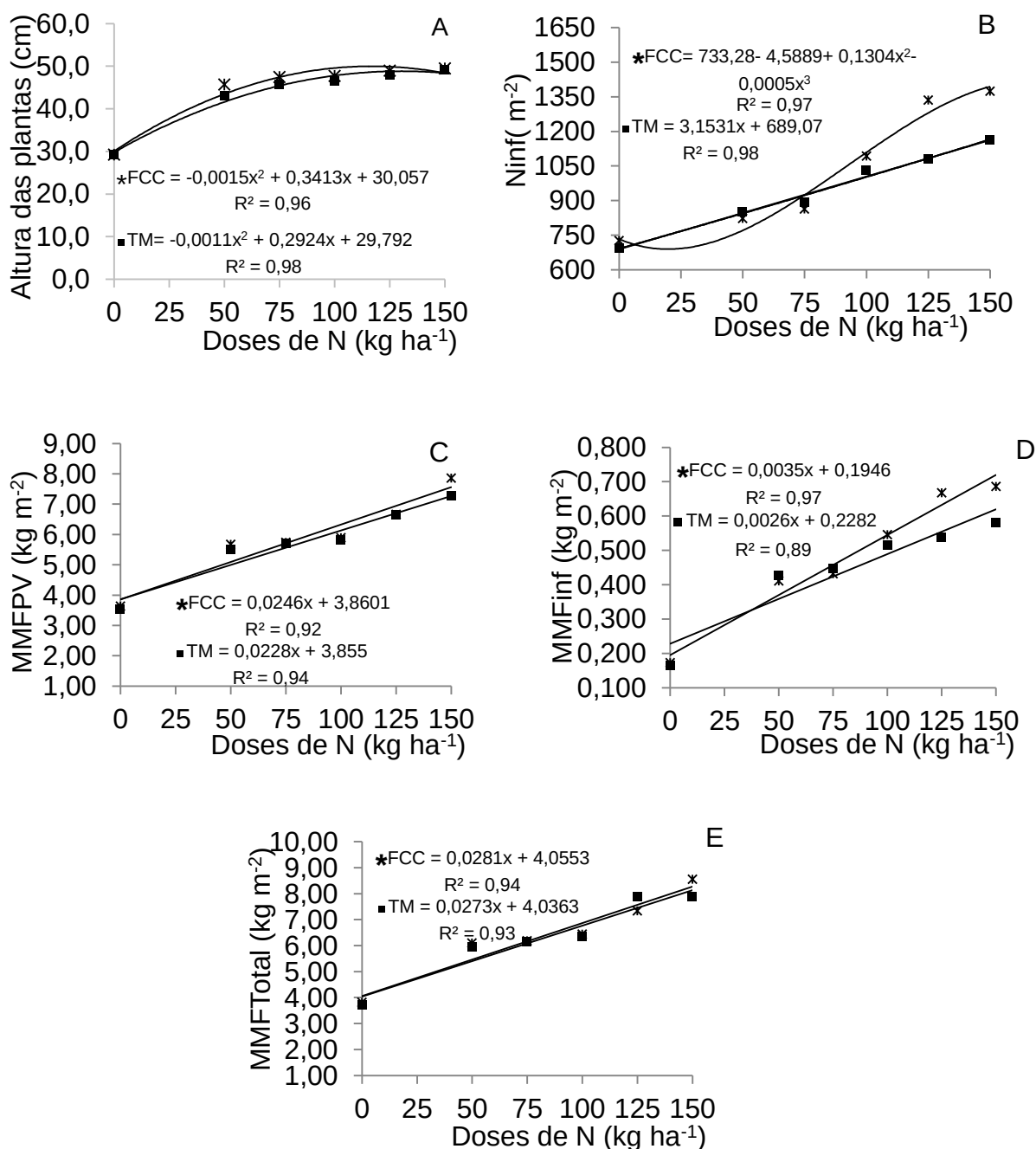


Tabela 6- Médias do número de inflorescências, massa da matéria fresca das inflorescências de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio para os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). Botucatu-SP, 2020

Doses	0	50	75	100	125	150	CV%
Número de inflorescências (unidades m ⁻²)							
FCC	726 a	823 a	863 a	1092 a	1335 a	1373 a	5,8

TM	693 a	853 a	893 a	1031 a	1079 b	1162 b	
Massa da matéria fresca das inflorescências (kg m⁻²)							
FCC	0,173 a	0,411 a	0,432 a	0,546 a	0,668 a	0,687 a	5,6
TM	0,165 a	0,427 a	0,447 a	0,516 a	0,539 b	0,581 b	

CV%: coeficiente de variação.

Média seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estaticamente (pelo teste t) (< 0,05% de probabilidade).

Observou-se aumentos lineares para a massa da matéria fresca das inflorescências, da parte vegetativa e total das plantas de jambu quanto maior a dose dos dois adubos, tanto na fazenda São Manuel (Figura 1) como na área do produtor em Botucatu (Figura 2). Para a massa da matéria fresca das inflorescências foram obtidos aumentos na fazenda São Manuel (Figura 1) de 332% e 238% com a maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) em comparação ao controle (dose 0) para a farinha de casco e chifre e a torta de mamona, respectivamente, enquanto na área do produtor (Figura 2) os aumentos foram de 299% e 252%.

Para a massa da matéria fresca da parte vegetativa os aumentos na fazenda São Manuel (Figura 1) foram de 237% e 197% para a farinha de casco e chifre e a torta de mamona, respectivamente, e na área do produtor (Figura 2) os aumentos foram de 116% e 105%. Para a massa da matéria fresca total foram obtidos aumentos na fazenda São Manuel (Figura 1) de 251% e 202% com a maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) em comparação ao controle (dose 0) para a farinha de casco e chifre e a torta de mamona, respectivamente, enquanto na área do produtor (Figura 2) os aumentos foram de 124% e 112%.

Na comparação entre os adubos, as plantas adubadas com farinha de casco e chifre produziram maior massa de inflorescências que as adubadas com torta de mamona apenas nas duas maiores doses (125 e 150 kg ha⁻¹ de N) na fazenda São Manuel (Tabela 5) e na área do produtor em Botucatu nas doses 100 e 125 kg ha⁻¹ de N (Tabela 6). Na Fazenda São Manuel as plantas adubadas com farinha de casco e chifre produziram maior massa da matéria fresca de parte vegetativa que as plantas dos tratamentos com torta de mamona (Tabela 4), independentemente da dose, enquanto que na área em Botucatu não houve diferença entre os adubos. Já para a massa da matéria fresca total, a farinha de casco e chifre resultou em maiores valores nas duas áreas experimentais.

Os valores obtidos nos melhores tratamentos são semelhantes ou superiores aos relatados por outros autores. Borges et al. (2013) relataram massa fresca total de

2,78 kg m⁻² com a utilização de esterco de curral (4 kg m⁻²). Oliveira et al. (2014) obtiveram 323,7 g m⁻² de inflorescências, aplicando 445 kg ha⁻¹ de N na forma de composto orgânico e Rodrigues et al. (2014) obtiveram 3,46 kg m⁻² de parte vegetativa e 423,7 inflorescências m⁻², aplicando sulfato de amônio (112,5 kg ha⁻¹ de N). Utilizando farinha de casco e chifre e torta de mamona em cobertura, ambos na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, Nordi et al. (2022) obtiveram 1,00 e 0,86 kg m⁻² de inflorescências, 2,12 e 2,00 kg m⁻² de parte vegetativa e 3,13 e 2,86 kg m⁻² total por planta, respectivamente, na mesma fazenda São Manuel, na primeira colheita.

Considerando-se que as características químicas do solo para as duas áreas apresentaram composição química não muito diferentes, com exceção para o fósforo, em que os teores na fazenda em São Manuel foram maiores, provavelmente os maiores valores para a produção de matéria fresca obtida na área do produtor em Botucatu deve-se a adubação de base, que foram diferentes. O P possui efeito sobre o sistema radicular influenciando na formação de novas raízes, no seu funcionamento, e na absorção de água e nutrientes. Além do mais, seu papel no armazenamento de energia na forma de ATP faz desse elemento importante componente das rotas metabólicas, influenciando diretamente processos que originarão os compostos dos óleos essenciais (LOPES e LIMA, 2015).

O composto floral utilizado pelo produtor é muito mais rico em nitrogênio que o adubo provaso utilizado em São Manuel (Tabela 1). Além do maior teor de N, o composto floral também apresenta relação C:N menor que o provaso, favorecendo liberação mais rápida de nutrientes, importante na fase inicial da cultura, antes da adubação em cobertura. Por outro lado, essa maior quantidade de N favoreceu mais o aumento na parte vegetativa do que da reprodutiva (inflorescências).

Enquanto a massa da matéria fresca das inflorescências representa cerca de 18% do total de matéria fresca na Fazenda São Manuel, na área do produtor em Botucatu representa apenas cerca de 8%. Considerando-se que o produtor vende a planta toda, sem separar parte vegetativa das inflorescências, esta menor proporção de inflorescências pode resultar em um produto final com menor teor de espilantol e, portanto, com menor valor industrial, tanto que a empresa que compra o jambu na região costuma oferecer bônus no preço pago se o teor de espilantol ultrapassar 0,25 % (BRAZBIO, 2020).

Para quase todas as características avaliadas observou-se aumento nos valores quanto maior a dose dos adubos, mostrando a necessidade de

complementação da adubação de base realizada com pelo menos uma cobertura. Considerando-se os efeitos lineares, talvez doses superiores ainda resultassem em maiores produções. No entanto, o excesso também pode ser prejudicial, conforme observou Candian (2018) que relatou aumentos lineares na produção de couve-flor quanto maior a dose de torta de mamona em uma área menos fértil e, para as mesmas doses em outra área com solo rico em matéria orgânica, o efeito foi quadrático, com redução na produção com as maiores doses.

Na presente pesquisa, na área do produtor em Botucatu os aumentos, proporcionalmente ao controle, foram menores que em São Manuel e para a altura das plantas e número de inflorescências, os aumentos já não foram lineares o que pode ser indício de que as maiores doses já podem estar próximas do limite. Também deve-se lembrar que os aumentos de produção observados com a adubação orgânica não se devem apenas pela liberação de nutrientes, mas também nas propriedades físicas e biológicas e proteção do solo, ainda mais em áreas tropicais (PRIMAVESI, 2016).

Normalmente, os solos tropicais são pobres em matéria orgânica devido sua rápida mineralização (PRIMAVESI, 2016), sendo de fundamental importância a utilização de material orgânico a cada safra, pois se o material orgânico do solo for muito reduzido, pode ser limitante à produção (MALAVOLTA et al., 1997). Aumentos de produção com a utilização destes adubos orgânicos tem sido relatados em várias hortaliças cultivadas em condições tropicais e subtropicais (LANNA et al., 2017; SILVA et al., 2018; SOUTO et al., 2018; CARDOSO et al., 2020).

Os adubos utilizados, farinha de casco e chifre e torta de mamona, foram escolhidos por terem sido os melhores em pesquisas anteriores (NORDI et al., 2022), comparados a outros adubos orgânicos. Quando houve diferença entre os adubos, a farinha de casco e chifre foi superior a torta de mamona. Segundo Almeida et al. (2021), a farinha de casco e chifre é um dos adubos mais eficientes na liberação de nutrientes, especificamente o nitrogênio. Além disto, por apresentar maior teor de nitrogênio, necessita-se de uma menor quantidade de farinha de casco e chifre (Tabela 1) para se aplicar a mesma dose de N, o que pode ser vantajoso, pois o custo do transporte é um fator a se considerar.

Apesar dos resultados obtidos indicarem a necessidade de utilizar adubo orgânico em cobertura na produção de jambu, faz-se necessário outras pesquisas com a adubação orgânica, para auxiliar na escolha das melhores doses e fontes,

objetivando-se aumento na fertilidade dos solos, produtividade e redução de custos com insumos e mão de obra.

2.4 CONCLUSÃO

O melhor desempenho agronômico do jambu foi obtido com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ N do adubo orgânico farinha de casco e chifre para as duas áreas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. G.; CANDIAN, J. S.; CARDOSO, A. I. I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae**, v.12, p. 3275-e3275, 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p. 711-728, 2014.
- BORGES, L. S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1768-1778, 2014.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; RUMY, G.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- BRAZBIO. **Recomendação de adubação orgânica**. Comunicação Técnica BRAZBIO 2020.
- CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA, J. B.; LANNA, N. B. L.; CANDIAN, J. S.; CASTRO, J. L. M. Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 230-234, 2020.
- CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2018.
- CAVALLARO, M. L. J.; 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**, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009.
- DIAS A. M. A.; SANTOS P.; SEABRA I. J.; JUNIOR R. N. C.; BRAGA M. E. M.; SOUSA H. C. *Spilanthol* from *Spilanthus acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 62-70, 2012.
- FERREIRA, S. M. M.; MUNIZ, C. C. S.; ANDRADE, F. L. N.; GOMES, R.F.; SANTOS, L. S. Jambu varieties performance under shading screens. **Revista Ceres**, v. 68, p. 390-395, 2021.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. **Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea*): Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. EDUFRA, 1 ed., 2013, 135 p.

- HOMMA, A. K. O.; Sanches R.S.; Menezes, A.J.E.A.; Gusmão, A.S. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. Amazônia. **Ciência & Desenvolvimento**. v.6, n.12, p. 125-141, 2011.
- HOUNMENOU, G. V. L.; CANDIAN, J. S.; INOWE, M. A.; COLOMBARI, L. F., CARDOSO, A. I. I.; MAGRO, F. O.; Cabbage production in function of castor bean cake doses in top dressing. **Comunicata Scientiae**, v.12, e3453, 2021.
- LANNA, N. B. L.; SILVA, P. N. L.; COLOMBARI, L. F.; FREITAS-NAKADA, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico na produtividade e acúmulo de macronutrientes em chicória. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 621-627, 2017.
- LANNA, N. B. L.; BARDIVIESSO, E. M.; TAVARES, A. E. B.; SILVA, P. N. L.; NAKADA-FREITAS, P. G.; NODA, S. B. H.; CARDOSO, A. I. I. Castor bean cake in top-dressing application as a source of nitrogen on the production and quality of zucchini organic seeds. **Bioscience Journal**, v.36, n1, p.130-142, 2020.
- LOPES, N. F.; LIMA, MG de S. **Fisiologia da produção**. Viçosa: Editora UFV, 2015 V.1, 492p.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MAGRO, F. O.; SILVA, E. G.; TAKATA, W.H.S.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M.; EVANGELISTA, R. M. Organic compost and potassium top dressing fertilization on production and quality of beetroot. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, n.10, p.962-967, 2015.
- NORDI, N. T.; CARDOSO, A. I. I.; ALVES, T. N.; MORAES, V. P.; CARVALHO, J. R. Organic fertilization in top dressing in jambu production. **Comunicata Scientiae**, v.14. n.3827, p. 1-10, 2022.
- NORDI, N. T. **Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2021.
- OLIVEIRA, M. A. S.; INNECCO, R. Produção de biomassa de inflorescências em função de espaçamentos e adubação orgânica com jambu (*Acmella oleracea* – Asteraceae). **Essentia**, v. 16, n. especial, p. 1-11, 2015.
- PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.
- 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.

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

SANTOS, S. D. S., ESPÍNDOLA, J. A. A., GUERRA, J. G. M., LEAL, M. A. D. A., & RIBEIRO, R. D. L. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 3, p. 549-552, 2012.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Doses de bokashi em cobertura na produção de beterraba. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 28-34, 2018.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 416-421, 2016.

SOUTO, G. C.; GRANGEIRO, L.C.; GUSMÃO, S. A. L.; SOUSA, V. F. L. CAVALCANTE, A. E. C.; FRANÇA, F. D. Agronomic performance of jambu (*Acmella oleraceae*) using organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 151-156, 2018.

SOUZA, R. B.; DE ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2008.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. **Instituto Agrônomo de Campinas, IAC**, 2013.

CAPÍTULO 3

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU EM FUNÇÃO DA FORMA DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS ORGÂNICOS

RESUMO

O jambu é uma hortaliça originária da região amazônica. Devido ao composto secundário espilantol desperta o interesse da indústria farmacêutica e cosmética. Dentre as práticas de manejo nutricional, para o aumento no potencial produtivo da cultura, tem-se a adubação orgânica. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da forma de aplicação dos adubos orgânicos torta de mamona e farinha de casco e chifre no acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP e na 'Estância Três Nascentes', localizada em Botucatu-SP. Foram avaliados sete tratamentos em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona e farinha de casco e chifre) $\times$ 3 formas de aplicação (100% antes do plantio; 100% em cobertura; 50% antes do plantio + 50% em cobertura) e o controle sem estes adubos. Foram avaliados a massa da matéria seca nas duas áreas e o acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetiva e total somente na área em Botucatu. Nos tratamentos do fatorial comparados ao controle, os aumentos foram de 129%, 134% e 134% na fazenda em São Manuel e 284%, 70% e 85% em Botucatu, para a massa da matéria seca das inflorescências, parte vegetativa e total, respectivamente nas duas áreas. Na comparação entre os adubos houve diferença apenas quando a aplicação foi feita 100% antes do plantio na área em São Manuel, quando utilizado a farinha de casco e chifre apresentou maiores valores. A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes, independente do adubo, para as inflorescências foi $N > K > Ca > P > Mg > S$, na parte vegetativa foi $K > N > Ca > Mg > S > P$ e total foi $K > N > Ca > Mg > S > P$.

Palavras chave: *Acmella oleracea*; nitrogênio; adubação em cobertura; farinha de casco e chifre; torta de mamona.

ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS IN JAMBU PLANTS ACCORDING TO THE APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS

ABSTRACT

The jambu is a vegetable native to the Amazon region. Due to the secondary compound spilanthol arouses the interest of the pharmaceutical and cosmetic industry. Among the nutritional management practices, to increase the productive potential of the culture, there is the organic fertilization. The objective of this research was to evaluate the effect of the form of application of organic fertilizers castor bean cake and hull and horn flour on the accumulation of macronutrients in jambu plants. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) - UNESP and at 'Estância Três Nascentes', located in Botucatu-SP. Seven treatments were evaluated in a 2 x 3 + 1 factorial scheme, being two organic fertilizers (castor cake and hoof and horn flour) x 3 application forms (100% before planting; 100% in coverage; 50% before planting + 50% coverage) and control without these fertilizers. The dry matter mass in the two areas and the accumulation of macronutrients in the inflorescences, vegetative and total parts were evaluated only in the area in Botucatu. In the factorial treatments compared to the control, the increases were 129%, 134% and 134% on the farm in São Manuel and 284%, 70% and 85% in Botucatu, for the dry matter mass of the inflorescences, vegetative part and total, respectively in the two areas. In the comparison between the fertilizers, there was a difference only when the application was made 100% before planting in the area in São Manuel, when hull and horn flour showed higher values. The decreasing order of macronutrient accumulation, independent of the fertilizer, for the inflorescences was $N > K > Ca > P > Mg > S$, in the vegetative part was $K > N > Ca > Mg > S > P$ and total was $K > N > Ca > Mg > S > P$.

Keywords: *Acmella oleracea*; nitrogen; topdressing fertilization; hoof and horn powder; castor bean cake.

3.1 INTRODUÇÃO

O jambu (*Acmella oleracea* (L.) RK Jansen) é uma hortaliça herbácea anual, não convencional, nativa da região Norte do Brasil, pertencente à família Asteraceae (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). O gênero *Acmella* é distribuído por todas as regiões tropicais e foi relatado na América, África, Ásia e Oceania (HOMMA, 2011). As folhas apresentam limbos foliares ovalados, as margens são dentadas, com base truncada à superficialmente atenuada (HIND e BIGGS, 2003).

As folhas de jambu são usadas na culinária típica do Norte do Brasil (SOUTO et al., 2018). O jambu, segundo Neves et al. (2019), apresenta em sua constituição alguns metabólitos considerados essenciais, de valor nutritivo, onde cada 100 g de jambu contém aproximadamente 11,18 kcal de valor energético, 0,16 g de lipídios, 2,44 g de proteínas, 6,50 g de carboidratos, 6,35 g fibras totais, 1,11 g de cinzas, 260 mg de cálcio, 594,44 mg de potássio, 74,86 mg de magnésio, 1,94 mg de ferro, 0,95 mg de zinco e 0,21 mg de cobre.

As folhas e flores do jambu causam leve formigamento e dormência na língua devido à presença do espilantol, que é uma alquilamida com várias bioatividades de proteção vegetal, incluindo ação analgésica e antifúngica (NASCIMENTO et al., 2013; AGUIAR et al., 2014; BORGES et al., 2021).

Sua importância está também na medicina popular da região amazônica para problemas dentários e de garganta (Homma, 2014), antiinflamatório (DIAS et al. 2012), antirugas (BORGES et al., 2015) e antioxidante (ABEYSINGHE; WIJERATHNE e DHARMADASA, 2014), dentre outras. Além disto, vem crescendo o interesse por essa hortaliça pelas indústrias cosmética e farmacêutica (SOUTO et al., 2018). Na região sudeste do Brasil, especificamente no Estado de São Paulo, o jambu vem sendo cultivado com destino para indústria, e essa produção deve atender as práticas da produção orgânica (NORDI et al., 2022).

Dentre as práticas de manejo, para o aumento no potencial produtivo da cultura, tem-se a adubação orgânica. Na produção de hortaliças a inserção de adubos orgânicos é de suma importância, não somente pelo fornecimento de nutrientes para o seu crescimento e desenvolvimento, mas também atua diretamente nas condições físicas e biológicas do solo (PRIMAVESI, 2016).

Ainda são escassas as pesquisas sobre as exigências nutricionais e acúmulo de nutrientes, para a cultura do jambu (BORGES et al. 2013a; 2013b; NORDI, 2021),

que, por ser colhida a planta inteira, tem-se grande exportação de nutrientes que devem ser repostos via adubação. Dentre os nutrientes, normalmente o nitrogênio e o potássio são os exigidos em maior quantidade pelas hortaliças folhosas, como o jambu, e os solos necessitam de adições regulares desses elementos, por apresentarem acentuado dinamismo no solo havendo diversas transformações químicas e biológicas, além de poderem ser perdidos por lixiviação, o que explica a necessidade de seu parcelamento, com aplicação em cobertura. Porém as pesquisas com a adubação orgânica em cobertura em hortaliças, ainda são poucas (SILVA et al., 2016; 2018; CARDOSO et al., 2020).

Dentre os adubos orgânicos utilizados pelos produtores em cobertura, tem-se a farinha de casco e chifre e a torta de mamona (NORDI et al., 2022), entre outros, que apresentam elevado teor de nutrientes e capacidade para disponibilizá-los na velocidade da demanda da cultura por apresentarem baixa relação carbono/nitrogênio. A farinha de casco e chifre é um subproduto da indústria frigorífica e, segundo Almeida et al. (2021) é um adubo orgânico nitrogenado com preço acessível. Outro adubo é a torta de mamona, subproduto resultante do esmagamento da semente de mamona para extração do óleo, sendo utilizada como adubo orgânico, com excelentes resultados em diferentes espécies hortícolas (SILVA et al., 2016; LANNA et al., 2017; CANDIAN, 2018; CARDOSO et al., 2020; CRUZ et al., 2021), inclusive o jambu (NORDI, 2021).

Devido a escassez de pesquisas sobre adubação orgânica em cobertura e extração e exportação de nutrientes em jambu em diferentes ambientes, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da forma de aplicação (antes do plantio e em cobertura) dos adubos orgânicos torta de mamona e farinha de casco e chifre no acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, um na área da Fazenda Experimental de São Manuel, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' (UNESP), localizada no município de São Manuel, SP, a 22° 46' 35" S e 48° 34' 44" W e altitude de 740 m e outro no sítio do Produtor na 'Estância Três Nascente', situado no município de Botucatu, SP,

localizado a 22° 58' 11" S e 48° 23' 56" W e altitude de 870 m. O clima, nos dois municípios, 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 foi realizada a coleta de solo nas duas áreas, na profundidade de 0-20 cm, e as características químicas foram avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001). Foram obtidos os seguintes resultados para a área da fazenda em São Manuel: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,6$; $\text{M.O.} = 11 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 319 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 3,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 49 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 60 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 72 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V} = 83\%$. Para a área do produtor em Botucatu foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,6$; $\text{M.O.} = 39 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 64 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 21 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 4,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 40 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 56,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 77,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V} = 73\%$.

Foram avaliados sete tratamentos, em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)) $\times 3$ formas de aplicação (100% antes do plantio; 100% em cobertura; 50% antes do plantio + 50% em cobertura) e um controle adicional sem estes adubos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 28 parcelas de 1 m^2 . Os adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre aplicados antes do plantio (de acordo com os tratamentos) foram incorporados com enxada em cada parcela. Em cobertura a adubação foi de acordo com os tratamentos, sendo colocados os adubos nas entrelinhas, sem incorporação ao solo.

A quantidade aplicada (Tabela 1) foi de acordo com o resultado da análise química encontrada nos adubos (Tabela 2) e correspondeu a dose para nitrogênio em cobertura de 80 kg ha^{-1} , sendo usado como base no agrião d'água (Trani et al., 2013), por não haver recomendação específica para a cultura do jambu.

Tabela 1- Quantidade dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicada antes do plantio e em em cobertura, de acordo com os tratamentos

Adubos	Controle	100% antes do plantio	100% em cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura
	Gramas m^{-2}			
Torta de mamona	0	167	167	83,5 + 83,5
Farinha de casco e chifre	0	54	54	27,0 + 27,0

Tabela 2- Resultados da análise dos macronutrientes, umidade e matéria orgânica (MO) dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)

Adubos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Umidade	MO	Relação
	----- * % (ao natural) -----								C/N
PRO	0,35	0,46	0,67	1,61	0,29	0,30	36	19,00	20,0/1
CFLO	8,80	1,90	1,10	5,96	0,66	0,25	26	42,18	1,93/1
TM	4,34	0,93	0,96	0,69	0,48	0,29	6	42,00	4,5/1
FCC	14,59	0,20	0,11	0,17	0,06	1,33	8	92,00	0,5/1

O preparo do solo, em cada área, foi realizado com a incorporação com o rotoencanteirador em pré-plantio dos adubos orgânicos classe A, Provaso (30 t ha⁻¹) em São Manuel e o composto orgânico Floral (20 t ha⁻¹) no produtor em Botucatu. O composto floral, tem em sua composição resíduo orgânico agroindustrial classe A, esterco e cama aviária, cinzas, resíduos concentrados de maceração de milho, casca de ovos, resíduos de podas, roçagem e capinas. As análises destes adubos encontram-se na Tabela 2.

Foram utilizadas sementes obtidas pelo produtor, da cultivar com flores amarelas e roxas, semeadas em bandejas de polipropileno de 200 células, contendo substrato Carolina, com média de 3 a 5 sementes por célula. As mudas foram transplantadas com 40 dias após a semeadura (DAS), 29 de setembro de 2020 e 18 de outubro de 2020, na Fazenda em São Manuel e no produtor em Botucatu, respectivamente. Foram utilizados canteiros com 1,0 m de largura e 0,2m de altura e o espaçamento foi de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre covas, totalizando 20 covas por m², com três plantas por cova.

Em Botucatu o sistema de irrigação foi por aspersão e na fazenda em São Manuel foi por micro-aspersão, e o controle de plantas espontâneas nas duas áreas foi realizado manualmente, quando necessário.

A colheita, em ambas as áreas, foi realizada aos 60 dias após o transplante (DAT). Para a avaliação foram colhidas apenas as plantas de quatro covas centrais (parcela útil). O material colhido foi encaminhado para o laboratório de recepção do Departamento de Produção Vegetal, setor de Horticultura, da FCA/UNESP, para posterior separação das inflorescências do restante do material vegetal produzido, denominado de parte vegetativa. Foram avaliadas as seguintes características:

a) massa da matéria seca (kg m^{-2}) da parte vegetativa, das inflorescências e seca total (parte vegetativa + inflorescências): determinada após lavagem em água corrente e destilada, posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 45°C , até atingir massa constante.

b) Acúmulo de macronutrientes (g m^{-2}) na parte vegetativa, inflorescências e total (parte vegetativa + inflorescências) apenas na área do produtor em Botucatu: inicialmente quantificou-se os teores dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre).

Após a secagem do material de cada amostra, estas foram moídas 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, Vitti e Oliveira (1997).

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 dos outros nutrientes. A partir das análises químicas, foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S em g kg^{-1} de matéria seca (MS). 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 ao teste de normalidade ShapiroWilk ($p \leq 0,05$). Em seguida realizou-se a análise de variância e teste de Tukey para a comparação das formas de aplicação dos adubos e entre adubos foi realizado o teste t, mediante a utilização do software estatístico AGROESTAT (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Massa de matéria seca em plantas de jambu em São Manuel e Botucatu

No tratamento controle, sem aplicação dos adubos torta de mamona e farinha de casco e chifre, os valores obtidos para a massa da matéria seca das inflorescências, da parte vegetativa e total foram inferiores aos tratamentos com estes adubos de acordo com a análise de variância (Tabela 3), tanto para a fazenda em São Manuel como para a área do produtor em Botucatu. Na fazenda em São Manuel as

médias do fatorial foram 129%, 134% e 134% maiores que o controle, enquanto em Botucatu foram 284%, 70% e 85% maiores que o controle, para a massa da matéria seca das inflorescências, da parte vegetativa e total, respectivamente, mostrando que apenas a adubação de base com os adubos Provaso ou Composto Floral resulta em baixo acúmulo de massa seca, comprovando a necessidade de maior quantidade de adubos orgânicos.

Tabela 3- Massa da matéria seca das inflorescências (MMSInf), da parte vegetativa (MMSPV) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos na Fazenda Experimental em São Manuel-SP e na área do produtor em Botucatu-SP, 2020

Tratamentos	100% antes do plantio	100% em cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura	CV (%)
São Manuel - MMSInf (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,088 aA	0,083 aA	0,084 aA	10,0
Torta de mamona	0,072 bA	0,077 aA	0,075 aA	
Controle	0,035*			
São Manuel - MMSPV (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,316 aA	0,339 aA	0,338 aA	10,3
Torta de mamona	0,250 bB	0,314 aA	0,284 bAB	
Controle	0,130*			
São Manuel - MMSTotal (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,404 aA	0,421 aA	0,422 aA	8,9
Torta de mamona	0,323 bB	0,391 aA	0,359 bAB	
Controle	0,165*			
Botucatu - MMSInflo (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,102 aA	0,099 aA	0,091 aA	8,5
Torta de mamona	0,095 aA	0,101 aA	0,089 aA	
Controle	0,025*			
Botucatu - MMSPV (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,697 aA	0,758 aA	0,637 aA	13,7
Torta de mamona	0,604 aA	0,631 aA	0,666 aA	
Controle	0,391*			
Botucatu - MMSTotal (kg m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,798 aA	0,858 aA	0,718 aA	12,3
Torta de mamona	0,699 aA	0,732 aA	0,755 aA	
Controle	0.417*			

CV: coeficiente de variação.

*Média do tratamento controle inferior ao dos tratamentos do fatorial.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (teste Tukey) e minúscula nas colunas (teste t) não diferem estaticamente a 5% de probabilidade.

Na comparação entre os adubos (Tabela 3), na fazenda em São Manuel a farinha de casco e chifre foi superior a torta de mamona quando a aplicação foi feita 100% antes do plantio, para massa da matéria seca das inflorescências, da parte vegetativa e total, enquanto que para a aplicação 50% antes do plantio + 50% em cobertura foi superior para massa da matéria seca da parte vegetativa e total, e quando se aplicou os adubos 100% em cobertura não houve diferença entre os adubos. Também Nordi, (2021) observou superioridade da farinha de casco e chifre na produção de jambu em comparação à torta de mamona quando aplicada em cobertura, Almeida et al. (2021) relataram que a farinha de casco e chifre foi o adubo orgânico que mais liberava nitrogênio na produção de biofertilizantes, sendo superior aos outros adubos testados, inclusive a torta de mamona.

Na comparação entre as formas de aplicação na Fazenda em São Manuel (Tabela 3), para a farinha de casco e chifre não houve diferença. No entanto, para a torta de mamona a aplicação feita 100% em cobertura resultou em maior massa da matéria seca da parte vegetativa e total comparado a aplicação 100% antes do plantio.

Em estudo de Severino et al. (2004), sobre a mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, os autores concluíram que a quantidade de CO₂ liberada pela torta de mamona no período de 33 dias foi seis vezes maior do que a do esterco bovino e 14 vezes maior que a do bagaço de cana-de-açúcar. Com isto, concluíram que sua decomposição é muito rápida e os nutrientes são mais rapidamente liberados e aproveitados pelas plantas.

Deste modo, pode-se inferir que quando a torta de mamona foi aplicada 100% antes do plantio, provavelmente liberou a maior parte dos nutrientes no início do ciclo e quando a planta teve o maior desenvolvimento, no início da fase reprodutiva, já estava liberando menos nutrientes às plantas, enquanto que quando se aplicou em cobertura o adubo atendeu esta maior necessidade nesta etapa do ciclo das plantas.

Por outro lado, na área do produtor não houve diferença nem entre os adubos nem para as formas de aplicação para a massa da matéria seca das inflorescências, da parte vegetativa e total (Tabela 3). Nesta área, o produtor utilizou um adubo orgânico (composto floral) que era muito mais rico na maioria dos nutrientes que o adubo utilizado em São Manuel (Provaso), principalmente nitrogênio (Tabela 2). Deste modo, não deve ter ocorrido falta de disponibilidade de nutrientes até o final do ciclo com a aplicação conjunta do composto floral com outro adubo, em qualquer do fase

do ciclo com acúmulo de matéria seca pela planta sem restrições, tanto que, numericamente, os valores para massa da matéria seca foram superiores aos obtidos na fazenda em São Manuel.

No entanto, apenas o composto floral não foi suficiente para atender a demanda das plantas, tanto que o controle apenas com composto floral foi inferior aos tratamentos do fatorial (Tabela 3), isto é, com torta de mamona ou farinha de casco e chifre. Na pesquisa de Nordi (2021), na fazenda em São Manuel utilizando 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura em dose única e cama aviária no plantio, obteve massa da matéria seca de 322,5; 540 e 860 g m⁻², para farinha de casco e chifre e 252,5; 447,5 e 700 g m⁻² para a torta de mamona, para inflorescências, parte vegetativa e total, respectivamente, ou seja, valores também inferiores aos observados na propriedade em Botucatu na presente pesquisa.

Ressalta-se que a empresa que compra o jambu dos produtores na região de Botucatu paga por kg de material seco, ou seja, baixa produção de massa seca compromete a renda do produtor. O fornecimento adequado dos nutrientes, principalmente o nitrogênio, inorgânico ou orgânico, permite o crescimento e desenvolvimento vegetativo, expansão da área fotossintética, além de elevar o potencial produtivo das hortaliças e, conseqüentemente, aumento na massa de matéria seca das plantas (LOPES e LIMA, 2015; NASSER et al., 2020; CARDOSO et al., 2020; CRUZ et al., 2021).

Segundo Peçanha et al. (2019), a omissão de nitrogênio provoca reduções significativas nos parâmetros biométricos do jambu como capítulos florais (56,2%), número total de folhas (52,7%); massa seca total (52,5%); área foliar (54,8%), volume de raízes (39,8%) e tor de espilantol (11,45%). A importância desse nutriente para o cultivo do jambu também foi relatada por Borges et al. (2013) onde observaram um efeito positivo e crescente, aumentando a produção por área.

3.3.2 Acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu no experimento em Botucatu

O tratamento controle apresentou menor acúmulo de todos macronutrientes nas inflorescências (Tabela 4), parte vegetativa (Tabela 5) e total (Tabela 6), em comparação aos tratamentos do fatorial, acompanhando os resultados de acúmulo de matéria seca (Tabela 3), o que tem sido observado por diversos autores, principalmente quando as diferenças de massa da matéria seca são muito grandes

(Grangeiro et al., 2018; Nasser et al., 2020; Nordi, 2021), pois o acúmulo de nutrientes é calculado a partir do acúmulo de matéria seca.

Tabela 4- Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, em inflorescências de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos. Botucatu-SP, 2020

Tratamentos	100% antes do plantio	100% em Cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura	CV (%)
Nitrogênio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	4,09 aA	4,44 aA	4,02 aA	11,1
Torta de mamona	4,09 aA	4,40 aA	3,99 aA	
Controle	1,02*			
Fósforo (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,50 aA	0,57 aA	0,49 aA	12,8
Torta de mamona	0,52 aA	0,54 aA	0,50 aA	
Controle	0,13*			
Potássio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	2,39 aA	2,54 aA	2,24 aA	11,3
Torta de mamona	2,52 aA	2,55 aA	2,34 aA	
Controle	0,58*			
Cálcio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,61 bA	0,59 bA	0,54 bA	10,4
Torta de mamona	1,00 aB	1,22 aA	0,88 aB	
Controle	0,11*			
Magnésio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,53 aA	0,55 aA	0,47 aA	16,7
Torta de mamona	0,51 aA	0,58 aA	0,49 aA	
Controle	0,10*			
Enxofre (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	0,39 aA	0,37 aA	0,34 aA	7,8
Torta de mamona	0,34 bA	0,39 aA	0,34 aA	
Controle	0,10*			

CV: coeficiente de variação.

*Média do tratamento controle inferior ao dos tratamentos do fatorial.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (teste Tukey) e minúscula nas colunas (teste t) não diferem estaticamente a 5% de probabilidade.

Observa-se que para o acúmulo da maioria dos macronutrientes não foram encontradas diferenças entre as formas de aplicação, independentemente do adubo utilizado, tanto nas inflorescências (Tabela 4), como na parte vegetativa (Tabela 5) e

na planta toda (total) (Tabela 6). A exceção foi o cálcio nas inflorescências (Tabela 4). O acúmulo de cálcio nas inflorescências com a utilização da torta de mamona foi maior quando se aplicou 100% em cobertura. Considerando-se a rápida liberação de nutrientes pela torta de mamona (Severino et al., 2004), a aplicação deste adubo, que é rico em cálcio (Tabela 1) próximo da fase de maior demanda que coincide com o início do florescimento, fez com que houvesse grande disponibilidade deste nutriente durante a formação das inflorescências, acarretando maior acúmulo, comparativamente a aplicação feita 100% ou 50% antes do plantio.

Na comparação entre os adubos, para cada forma de aplicação, nas inflorescências, observou-se maior acúmulo de cálcio nos tratamentos com torta de mamona, independentemente da forma de aplicação, em comparação a farinha de casco e chifre (Tabela 4), provavelmente porque a torta de mamona apresenta cerca de quatro vezes mais cálcio em sua composição que a farinha de casco e chifre (Tabela 2), além de que a quantidade de torta de mamona aplicada ter sido quase o triplo (Tabela 1), pois a quantidade foi calculada visando obter a mesma dose de nitrogênio. No entanto, não houve diferença para o nitrogênio, potássio, fósforo e magnésio, com médias de 4,17; 2,43; 0,52 e 0,52 g m⁻² para o N, K, P e Mg, respectivamente (Tabela 4), apesar da torta de mamona apresentar maior teor de K, P e Mg (Tabela 1) e, portanto, ter sido aplicado maiores quantidades destes nutrientes com a torta de mamona, enquanto que para o N, a quantidade aplicada foi a mesma.

Para o enxofre, as plantas que receberam farinha de casco e chifre apresentaram maior teor que as com torta de mamona apenas quando se aplicou 100% antes do plantio, sendo o enxofre o único nutriente em que se aplicou maior quantidade nos tratamentos com o adubo farinha de casco e chifre, pelo teor quase cinco vezes maior que na torta de mamona (Tabela 2), mostrando que o enxofre presente na farinha de casco e chifre ficou disponível às plantas para ser absorvido e acumulado, principalmente quando aplicado antes do plantio.

Na parte vegetativa das plantas não houve diferença tanto entre as formas de aplicação como entre os adubos, com médias de 25,09; 2,56; 53,30; 6,52; 4,97 e 2,86 para o N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente (Tabela 5). Para acúmulo total (Tabela 6) não houve diferença tanto para formas de aplicação quanto entre adubos para nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, com exceção do potássio que diferiu entre adubos apenas quando a aplicação foi feita 100% antes do plantio, com maior acúmulo nas plantas adubadas com a farinha de casco e chifre. As médias dos

acúmulos totais foram de 29,26; 3,08; 55,56; 7,32; 5,49 e 3,22 g m⁻² para o N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes nos tratamentos do fatorial (sem considerar o controle) nas inflorescências, em (g m⁻²) foi N (4,17) > K (2,43) > Ca (0,81) > P (0,52) > Mg (0,52) > S (0,36), na média dos dois adubos (Tabela 4). Para a parte vegetativa (Tabela 5) a ordem decrescente foi K (53,13) > N (25,09) > Ca (6,52) > Mg (4,97) > S (2,86) > P (2,56), enquanto a total (Tabela 6) foi K (55,56) > N (29,26) > Ca (7,33) > Mg (5,49) > S (3,22) > P (3,08). A ordem foi semelhante a encontrado por Grangeiro et al. (2018) na planta inteira: K > N > Ca > Mg > P. Nordi (2021), também encontrou a mesma ordem decrescente para macronutrientes no Sítio Zodíaco de 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.

Na comparação das ordens decrescentes das inflorescências e da parte vegetativa, destaca-se o fósforo que apesar de ser o menos acumulado na parte vegetativa e na planta, foi o quarto mais acumulado nas inflorescências. Quando as plantas foram colhidas, muitas inflorescências já estavam com as sementes formadas e o fósforo é um importante nutriente acumulado nas sementes de diferentes espécies, na forma de fitina, principal forma de armazenamento de energia nas sementes (CARDOSO, 2011; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Nos boletins de adubação para as hortaliças folhosas a recomendação de fósforo costuma ser grande, apesar de ser, neste caso, o macronutriente menos acumulado na planta. Além do que, Sampaio et al. (2019), cita que as plantas de jambu provavelmente requer baixos teores de P para seu desenvolvimento, pois mesmo ao omitir o P da solução nutritiva não observou sintomas deficiência nutricional, e as plantas tiveram comportamentos produtivos semelhante ao se fornecer solução completa.

Quando comparado com nitrogênio e o potássio as quantidades de fósforo retiradas do solo pelas hortaliças são baixas. Apesar disto, é um elemento essencial para a vida, pois é um componente estrutural dos ácidos nucleicos, lipídios de membrana, entre outros. Fisiologicamente, o nutriente participa de atividades fotossintéticas, metabolismo das plantas, transferência de energia e respiração (TAIZ et al., 2017). A elevada recomendação, comparativamente ao que é absorvido e acumulado pelas plantas, deve-se a pequena disponibilidade do mesmo às plantas por ser muito fixado ao solo.

O potássio foi o nutriente mais acumulado na parte vegetativa e na planta toda de jambu, assim como observado por Borges et al. (2013) e Nordi (2021). Este resultado também foi observado em outras hortaliças folhosas, como alface (KANO et al., 2011), chicória (LANNA et al., 2017), couve (NASSER et al., 2020), coentro e rúcula (GRANGEIRO et al., 2011), dentre outras. Quanto aos valores observados foram superiores aos relatados por Borges et al. (2013) que relataram 13,78 e 7 g m⁻² na parte vegetativa e nas inflorescências, respectivamente, por Grangeiro et al. (2018), que obtiveram média de acúmulo na planta de 8,21 e 8,69 g m⁻² para as cultivares Flor roxa e Flor amarela, respectivamente. Por outro lado, Nordi (2021) obteve maior valor para o acúmulo de potássio nas inflorescências das plantas de jambu aplicando farinha de casco e chifre e torta de mamona (dose 50 kg N ha⁻¹) de 8,1 e 7,2 g m⁻², respectivamente.

Além da elevada demanda por potássio pelas plantas, destaca-se que este nutriente é o mais facilmente liberado pelos adubos orgânicos (MAGRO et al., 2009), pois não faz parte de nenhum composto orgânico estável, estando nas células na forma iônica K⁺ e conseqüentemente é liberado com o rompimento da parede celular. Além do que a deficiência de K ocasiona o tombamento das inflorescência e o nutriente que na sua falta mais diminui o teor de espilantol (SAMPAIO et al., 2019). Com excesso de potássio disponível no solo, não é incomum as plantas absorverem em quantidades elevadas, na maioria das vezes muito acima do necessário, o chamado “consumo de luxo” (GRANGEIRO et al., 2018; CARDOSO et al., 2020).

O nitrogênio foi o segundo nutriente mais acumulado na parte vegetativa (Tabela 4) e no total da planta (Tabela 5), assim como observado por Nordi (2021). No entanto, nas inflorescências foi o nutriente com maior acúmulo (Tabela 3). Normalmente o nitrogênio tem sido relatado como o mais acumulado nas partes reprodutivas das plantas, como inflorescência e sementes (CARDOSO, 2011, CARDOSO et al., 2016). O nitrogênio, além de apresentar grande mobilidade para redistribuição na planta para as inflorescências e sementes, é importante componente das proteínas, muito importantes na formação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Os valores obtidos são superiores aos relatados por Borges et al. (2013) na parte vegetativa (7,4 g m⁻²) e por Grangeiro et al. (2018), também na parte vegetativa, de 5,1 e 7,1 g m⁻² de nitrogênio para os acessos Flor roxa e Flor amarela, respectivamente.

O cálcio e o magnésio foram o terceiro e o quinto nutrientes mais acumulados, respectivamente, tanto nas inflorescências (Tabela 4), como na parte vegetativa (Tabela 5) e no total da planta (Tabela 6). Quanto ao enxofre, foi o menos acumulado nas inflorescências (Tabela 4) e o segundo menos acumulado na parte vegetativa (Tabela 5) e na planta toda (Tabela 6), a frente apenas do fósforo.

Grande parte do enxofre metabolizado pelas plantas é transformado em aminoácidos essenciais, como cistina, cisteína e metionina, que formarão proteínas, tornando o enxofre um elemento estrutural, além de sua participação em um grupo ativo de complexos enzimáticos (GIGOLASHVILI e KOPRIVA, 2014).

Tabela 5- Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte vegetativa das plantas de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos. Botucatu-SP, 2020

Tratamentos	100% antes do plantio	100% em cobertura	50% antes do plantio + 50% em cobertura	CV (%)
Nitrogênio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	23,68 aA	28,75 aA	26,02 aA	14,0
Torta de mamona	21,60 aA	25,37 aA	25,11 aA	
Controle	15,77*			
Fósforo (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	2,44 aA	2,50 aA	2,40 aA	18,1
Torta de mamona	2,44 aA	2,38 aA	2,38 aA	
Controle	1,53*			
Potássio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	65,62 aA	57,15 aA	50,61 aA	16,9
Torta de mamona	49,61 aA	50,51 aA	45,29 aA	
Controle	26,17*			
Cálcio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	7,10 aA	7,50 aA	5,28 aA	16,8
Torta de mamona	6,77 aA	6,59 aA	5,87 aA	
Controle	3,68*			
Magnésio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	5,28 aA	5,77 aA	3,92 aA	21,0
Torta de mamona	4,75 aA	4,94 aA	5,17 aA	
Controle	2,94*			
Enxofre (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	3,61 aA	2,65 aA	2,63 aA	22,8
Torta de mamona	2,85 aA	2,55 aA	2,85 aA	
Controle	1,89*			

CV: coeficiente de variação.

*Média do tratamento controle inferior ao dos tratamentos do fatorial.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (teste Tukey) e minúscula nas colunas (teste t) não diferem estaticamente a 5% de probabilidade.

Tabela 6- Acúmulo total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em plantas de jambu em função da forma de aplicação e dos adubos. Botucatu-SP, 2020

Tratamentos	100% antes plantio	100% cobertura	50%plantio + 50% em cobertura	CV (%)
Nitrogênio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	27,77 aA	33,14 aA	30,04 aA	12,1
Torta de mamona	25,69 Aa	29,81 aA	29,11 aA	
Controle	16,79*			
Fósforo (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	3,56 aA	3,05 aA	2,89 aA	15,6
Torta de mamona	2,96 aA	3,16 aA	2,88 aA	
Controle	1,66*			
Potássio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	68,01 aA	59,69 aA	52,94 aA	16,3
Torta de mamona	52,13 bA	53,06 aA	47,63 aA	
Controle	26,75*			
Cálcio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	7,71 aA	8,08 aA	5,82 aA	15,6
Torta de mamona	7,77 aA	7,81 aA	6,75 aA	
Controle	3,79*			
Magnésio (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	5,81 aA	6,31 aA	4,38 aA	19,0
Torta de mamona	5,27 aA	5,52 aA	5,67 aA	
Controle	3,04*			
Enxofre (g m ⁻²)				
Farinha de casco e chifre	4,00 aA	3,02 aA	2,98 aA	20,1
Torta de mamona	3,19 aA	2,94 aA	3,19 aA	
Controle	1,99*			

CV: coeficiente de variação.

*Média do tratamento controle inferior ao dos tratamentos do fatorial.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas (teste Tukey) e minúscula nas colunas (teste t) não diferem estaticamente a 5% de probabilidade.

O conhecimento das quantidades dos nutrientes acumuladas nas partes dos vegetais, é crucial para analisar a remoção de nutrientes da área de cultivo, principalmente quando é colhido a planta toda, e para a recomendação de adubação com menos perdas e mais precisa (SOUTO et al., 2018). Porém outros fatores

também devem ser considerados, como a disponibilidade do nutriente, tipos de adubos, condições de climáticas e solo e o manejo na área.

O uso da marcha de absorção de nutrientes é uma boa indicação o longo do ciclo desta hortaliça, contudo, essas informações são bastante limitadas. Segundo Grangeiro et al. (2018) e Nordi et al. (2022), o acúmulo da massa da matéria seca fornece uma boa aproximação da extração de nutrientes. Os adubos orgânicos dependendo da relação carbono/nitrogênio a liberação dos nutrientes é mais lenta e gradual comparado aos adubos minerais, assim, as perdas desse nutriente por lixiviação são relativamente menores (PRIMAVESI, 2016; MONSALVE et al., 2017).

3.4 CONCLUSÃO

Na pesquisa feita em São Manuel em média, foi obtido maior acúmulo de matéria seca com a aplicação de farinha de casco e chifre, sendo superior à torta de mamona quando a aplicação foi feita 100% antes do plantio.

A ordem decrescente na área em Botucatu, no acúmulo de macronutrientes, independente do adubo, para as inflorescências foi $N > K > Ca > P > Mg > S$; na parte vegetativa foi $K > N > Ca > Mg > S > P$ e para o acúmulo total foi $K > N > Ca > Mg > S > P$.

REFERÊNCIAS

- ABEYSINGHE, D. C.; WIJERATHNE, S. M. N. K.; DARMADASA, R. M. Secondary metabolites contents and antioxidant capacities of *Acmella oleracea* grown under different growing systems. **World Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 4, p. 163-167, 2014.
- AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O.; SOUZA, F. C. A.; PESSOA, A. Biodisponibilidade do ferro do jambu (*Spilanthus oleracea* L.): estudo em murinos. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n. 1, p. 19-24, 2014.
- ALMEIDA, L.G.; CANDIAN, J.S.; CARDOSO, A.I.I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae**, v.12, 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p. 711-728, 2014.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.
- BORGES, L. S.; DELGADO, C. H. O.; CASAIS, L. K. N.; N, K. N. M.; JACQUES, R. A. ; LIMA, G. P.P . Composição química e potencial antifúngico do óleo essencial de jambu sob adubação orgânica e convencional. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 461-470, 2021.
- BORGES, L.; GOTO, R.; NUNES, K.; VIANELLO, F.; LIMA, G. Concentração das atividades antioxidantes em plantas de jambu, cultivadas sob adubação orgânica e mineral. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 787-800, 2015.
- BORGES, L. S.; GOTO, R.; GUERRERO, A. C. Exportação de nutrientes em plantas de jambu, sob diferentes adubações. **Semina**, v. 34, n. 1, p. 107-116, 2013.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina**, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2018.
- CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA, J. B.; LANNA, N. B. L.; CANDIAN, J. S.; CASTRO, J. L.M. Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 230-234, 2020.

CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. R. T.; MAGRO, F. O.; NAKADA-FREITAS, P. G. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.2, p.196-201, 2016.

CARDOSO, A. I. I.; FERREIRA, K.P.; VIEIRA Jr, R.M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com doses de composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.4, p.594-599, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CRUZ, L. K. A.; RUFFINO, G. M.; PELVINE, R. A.; CARDOSO, A. I. I. Fontes de adubos orgânicos na produção de rúcula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.16, n.2, p.123-131, 2021.

DIAS A. M. A.; SANTOS P.; SEABRA I. J.; JUNIOR R. N. C.; BRAGA M. E. M.; SOUSA H. C. *Spilanthol* from *Spilanthus acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 62-70, 2012.

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

GRANGEIRO, L. C.; SOUTO, C. C.; SOUSA, V. F. L.; CARNEIRO, J. V.; SILVA, J. L. A.; SANTOS, J. P. Growth and accumulation of nutrients in organic jambu. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 2, p.: 287-291, 2018.

GRANGEIRO, L. C.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; MARROCOS, S. T. P.; LUCENA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p. 11-16, 2011.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. **Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea*): Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. EDUFRA, 1 ed., 2013, 135 p.

HIND, N.; BIGGS, N. *Acmella oleracea Compositae*. **Curtis's Botanical Magazine**, v. 20, n. 1, p. 31-39, 2003.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação. In: HOMMA, A. K. O. et al.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, S. A. L. (Ed.). **Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, no estado do Pará**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 329-343.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, A.S. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. Amazônia. **Ciência & Desenvolvimento**. v.6, n.12, p. 125-141, 2011.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; BÔAS, R. L. V. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 70-77, 2011.

LANNA, N. B. L.; SILVA, P. N. L.; COLOMBARI, L. F.; FREITAS-NAKADA, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico na produtividade e acúmulo de macronutrientes em chicória. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 621-627, 2017.

LOPES, N. F.; LIMA, MG de S. **Fisiologia da produção**. Viçosa: Editora UFV, 2015 V.1, 492p.

MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Acúmulo de nutrientes em sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. **Revista Cultivando o Saber. Cascavel**, v.2, n.4, p.49-57, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MONSALVE, O. I.; GUTIÉRREZ, J. S.; CARDONA, W. A. Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicadas en meiendas orgánicas al suelo. **Revista Colombiana de Ciencias Horticolas**, v.11, p.200-209. 2017.

NASCIMENTO, A. M.; DE SOUZA, L. M.; BAGGIO, C. H.; WERNER, M. F. D. P.; FERREIRA, D. M.; DA SILVA, L. M.; ... & CIPRIANI, T. R. Gastroprotective effect and structure of a rhamnogalacturonan from *Acmella oleracea*. **Phytochemistry**, v. 85, p. 137-142, 2013.

NASSER, M. D., CARDOSO, A. I. I., VIEITES, R. L., NASSER, F. A. D. C. M., FURLANETO, K. A., RAMOS, J. A., ... & SANTOS, J. A. Compostos bioativos e caracterização físico-química da couve-de-folha sob composto orgânico, gessagem e doses de enxofre em cobertura. **Scientia Plena**, v. 16, n. 9, p. 1-10, 2020.

NEVES, D. A.; SCHMIELE, M.; PALLONE, J. A. L.; ORLANDO, E. A.; RISSO, E. M.; CUNHA, E. C. E.; GODOY, H. T.. Chemical and nutritional characterization of raw and hydrothermal processed jambu (*Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen). **Food Research International**, v. 116, n, p. 1144–1152, 2019.

NORDI, N. T.; CARDOSO, A. I. I.; ALVES, T. N.; MORAES, V. P.; CARVALHO, J. R. Organic fertilization in top dressing in jambu production. **Comunicata Scientiae**, v.14. n.3827, p. 1-10, 2022.

NORDI, N. T. **Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2021.

PEÇANHA, D. A. FREITAS, M.M.; VIEIRA, M. E.; LIMA, T. C.; GONÇALVES, Y. G. Characterization of deficiency symptoms and mineral nutrient content in *Acmella oleracea* cultivated under macronutrient and boron omissions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 8, p. 879-890, 2019.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo**: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

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.

SAMPAIO, I. M. G.; DA SILVA JÚNIOR, M. L.; DE MORAES BITTENCOURT, R. F. P.; NETO, H. D. S. L.; DE SOUZA, D. L.; NUNES, F. K. M.; FIGUEIREDO, S. P. R. Sintomas de deficiências nutricionais e produção de massa seca em plantas de jambu (*Acmella oleraceae*) submetidas as omissões de nutrientes. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31549-31563, 2019.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 20-26, 2004.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Doses de bokashi em cobertura na produção de beterraba. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 28-34, 2018.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 416-421, 2016.

SOUTO, G.C.; GRANGEIRO, L.C.; GUSMÃO, S. A.L.; SOUSA, V.F. L. CAVALCANTE, A. E.C.; FRANÇA, F.D. Agronomic performance of jambu (*Acmella oleraceae*) using organic fertilization. *Australian Journal of Crop Science*, v. 12, n. 1, p. 151-156, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto Alegre, Artmed, 2017.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. **Instituto Agrônomo de Campinas, IAC**, 2013.

CAPÍTULO 4

DOSES DE ADUBOS ORGÂNICOS NO ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU

RESUMO

O jambu é uma hortaliça não convencional nativa da região Amazônica. O conhecimento dos nutrientes acumulados no vegetal e exportados com a colheita é de suma importância para se realizar recomendação na adubação. O objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos das doses dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicados em cobertura no acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP e no sítio 'Estância Três Nascentes', localizado em Botucatu-SP. Foram avaliados doze tratamentos, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)) x 6 doses de N em cobertura (50; 75; 100; 125; 150 e 0 (controle sem estes adubos)). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliados a massa da matéria seca e o acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e total. Na maior dose (150 kg ha⁻¹ N) comparados ao controle, os aumentos foram de 216%, 310% e 233% na fazenda em São Manuel e 111%, 272% e 121% em Botucatu, para a massa da matéria seca da parte vegetativa, das inflorescências e total, respectivamente. A FCC resultou em maior acúmulo de matéria seca e de macronutrientes nas plantas de jambu, principalmente nas maiores doses. A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na parte vegetativa foi K > N > Ca > P > Mg > S; nas inflorescências foi K > N > S > Ca > Mg > P e para o acúmulo total foi K > N > Ca > S > P > Mg na Fazenda em São Manuel, e na parte vegetativa foi de K > N > Ca > Mg > S > P, nas inflorescências N > K > Ca > P > Mg > S e para o acúmulo total foi de K > N > Ca > Mg > S > P na área do produtor em Botucatu.

Palavras chave: *Acmella oleracea*; adubo orgânico; nitrogênio.

DOSES OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS IN JAMBU PLANTS

ABSTRACT

The jambu is an unconventional vegetable native to the Amazon region. The knowledge of the nutrients accumulated in the plant and exported with the harvest is of paramount importance to make a recommendation in fertilization.. The objective of the research was to evaluate the effects of the doses of organic fertilizers hull and horn flour and castor bean cake applied in topdressing on the accumulation of macronutrients in jambu plants. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences (FCA) - UNESP and at the 'Estância Três Nascentes' site, located in Botucatu-SP. Twelve treatments were evaluated, in a 2 x 6 factorial scheme, being two organic fertilizers (castor bean cake (CBC) and hoof and horn (HHF)) x 6 doses of nitrogen coverage (50; 75; 100; 125; 150 and 0 (control without these fertilizers)). The design The experiment was in randomized blocks, with four replications. Dry matter and macronutrient accumulation in the inflorescences, vegetative and total parts, were evaluated. At the highest dose (150 kg ha⁻¹ N) compared to the control, the increases were 216%, 310% and 233% on the farm in São Manuel and 111%, 272% and 121% in Botucatu, for dry matter mass. of the vegetative part, of the inflorescences and total, respectively. FCC resulted in greater accumulation of dry matter and macronutrients in jambu plants, especially at higher doses. The decreasing order of macronutrient accumulation in the vegetative part was K > N > Ca > P > Mg > S; in the inflorescences it was K > N > S > Ca > Mg > P and for the total accumulation it was K > N > Ca > S > P > Mg in the Fazenda in São Manuel, and in the vegetative part it was K > N > Ca > Mg > S > P, in the inflorescences N > K > Ca > P > Mg > S and for the total accumulation was K > N > Ca > Mg > S > P in the producer area in Botucatu.

Keyword: *Acmella oleracea*; organic fertilizer; nitrogen.

4.1 INTRODUÇÃO

O jambu (*Acemella oleracea* (L.) R. K. Jansen) é uma hortaliça não convencional, herbácea folhosa, semiereta ou quase rastejante, pertencente à família Asteraceae, nativa da região Amazônica (GUSMÃO e GUSMÃO, 2013). Ocupa lugar de destaque na culinária da região norte do Brasil, pelos inúmeros pratos típicos, além de ser considerado como erva medicinal pela população dessa região, que a utiliza para o tratamento de dor de dente e moléstias da garganta (RODRIGUES et al., 2014; SOUTO et al., 2018).

O jambu apresenta sensação anestésica momentânea, ocasionada pelo seu consumo, em decorrência do composto secundário espilantol (BORGES et al., 2013). Essa substância vem sendo estudada pela indústria de fármacos e de cosméticos, usada como constituinte de cremes e de produtos anestésicos em processos odontológicos (HOMMA et al., 2011; BARBOSA et al., 2016). Pesquisas têm costatado que esse composto secundário apresenta diversas propriedades farmacológicas, anti-inflamatória, analgésica, antipirética, antioxidante, diurética inseticida e afrodisíaca (DUBEY et al., 2013; BARBOSA et al., 2016, FERREIRA et al., 2021).

No entanto, mesmo com todos os benefícios que o jambu proporciona, ainda são escassas informações, principalmente no que se refere ao manejo da adubação para a cultura, visto que a maioria dos produtores utilizam recomendação de adubação de outras espécies da família ou de outras hortaliças folhosas (BORGES et al., 2013; NORDI et al., 2022).

Tanto para consumo como para a indústria, tem-se observado a preferência pelo jambu produzido no sistema orgânico. Os nutrientes dos adubos orgânicos são liberados de forma mais lenta (CARDOSO et al., 2020), também fazem parte das melhorias na qualidade físicas, químicas e biológicas do solo, com o aumento da capacidade de retenção de água e a macroporosidade do solo; no aumento dos macro e micronutrientes disponíveis, eleva a capacidade de troca catiônica e no estímulo da proliferação de microrganismos. No entanto, a quantidade de nutrientes presentes em cada adubo orgânico depende dos materiais que foram usados como matéria-prima (SOUZA e ALCÂNTARA, 2008; PRIMAVESI, 2016).

Para realizar a recomendação da quantidade de um adubo orgânico, diversos fatores devem ser considerados, sendo a quantidade de nutrientes extraídos pelas plantas são fatores importantes, que pouco tem sido estudado nos trabalhos com

adubação orgânica. O conhecimento dos nutrientes acumulados no vegetal e exportados com a colheita é de suma importância para se realizar recomendação na adubação, ainda mais em espécies em que se colhe toda a parte aérea, como ocorre com o jambu (SOUTO et al., 2018; NORDI et al., 2022). Segundo Raij et al. (1997), na matéria seca do vegetal existem cerca de 5% de nutrientes minerais, no entanto outros valores podem ser encontrados.

Nessa perspectiva, o manejo correto dos adubos orgânicos por meio de doses adequadas e parcelamento com parte aplicada em cobertura, além da redução de perdas com esses insumos e com mão de obra, pode possibilitar melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. Objetiva-se com esta pesquisa avaliar os efeitos das doses dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicados em cobertura no acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos: na área da Fazenda Experimental de São Manuel, pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), localizada no município de São Manuel, SP (22° 46' 35" S e 48° 34' 44" W e altitude de 740 m) e em um produtor certificado no sistema orgânico, na ‘Estância Três Nascentes’, localizada no município de Botucatu, SP (22° 58' 11" S e 48° 23' 56" W e altitude de 870 m). O clima, nos dois municípios, 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, foi realizada a coleta de solo nas duas áreas na profundidade de 0-20 cm e as características químicas foram avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001). Foram obtidos os seguintes resultados para a área da fazenda em São Manuel: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,6$; $\text{M.O.} = 11 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 319 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 3,1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 49 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 60 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 72 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 83$. Para a área do produtor em Botucatu foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,6$; $\text{M.O.} = 39 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 64 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 21 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 4,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 40$

mmol_c dm⁻³; Mg = 12 mmol_c dm⁻³; SB = 56,4 mmol_c dm⁻³; CTC = 77,4 mmol_c dm⁻³; V%= 73.

O preparo do solo, em cada área, foi realizado com a incorporação em pré-plantio, com o rotoencanteirador, dos adubos orgânico classe A Provaso (30 t ha⁻¹) em São Manuel, e com o composto orgânico Floral (20 t ha⁻¹) no produtor em Botucatu. As análises químicas destes adubos encontram-se na Tabela 1. O composto floral tem em sua composição resíduo orgânico agroindustrial classe A, esterco e cama aviária, cinzas, resíduos concentrados de maceração de milho, casca de ovos, resíduos de podas, roçagem e capinas.

Foram avaliados doze tratamentos, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois adubos orgânicos (torta de mamona e farinha de casco e chifre) x 6 doses de N em cobertura (50; 75; 100; 125; 150 e 0 (controle sem estes adubos)). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas de 1 m².

A quantidade aplicada em cobertura (Tabela 2) foi de acordo com a análise química realizada nos adubos (Tabela 1) e correspondeu as doses estabelecidas. A adubação em cobertura foi de acordo com os tratamentos, sendo colocados os adubos nas entrelinhas, sem incorporação ao solo.

Tabela 1- Análise de macronutrientes dos adubos utilizados: provaso (PRO), composto floral (CFLO), torta de mamona (TM) e farinha de casco e chifre (FCC)

Adubos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Umidade	M.O.	Relação
	----- * % (ao natural) -----								C/N
PRO	0,35	0,46	0,67	1,61	0,29	0,30	36,00	19,00	20/1
CFLO	8,80	1,90	1,10	5,96	0,66	0,25	26,00	42,18	1,93/1
TM	4,34	0,93	0,96	0,69	0,48	0,29	6,00	42,00	4,5/1
FCC	14,59	0,20	0,11	0,17	0,06	1,33	8,00	92,00	0,5/1

Tabela 2- Quantidades dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicadas em cobertura de acordo com as doses de nitrogênio

Adubos	Dose de N (kg ha ⁻¹)					
	Controle	50	75	100	125	150
	Quantidade do adubo (g m ⁻²)					
Torta de mamona	0	104,17	157,00	209,00	261,00	312,50
Farinha de casco e chifre	0	33,80	50,68	68,00	84,50	101,35

Para a produção das mudas do experimento em São Manuel, a semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno de 200 células, contendo substrato Carolina, com três a cinco sementes por célula, no dia 20 de agosto de 2020. As bandejas permaneceram por 40 dias após a semeadura no viveiro de mudas e foram transplantadas (29 de setembro de 2020) em canteiros, no espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre covas, totalizando 20 covas m^{-2} , com três plantas por cova. Para o experimento na área do produtor em Botucatu, as mudas foram produzidas pelo próprio produtor, em bandejas com 200 células, contendo de três a quatro plantas por célula, e posteriormente foram transplantadas no dia 18 de outubro de 2020 no mesmo espaçamento.

O sistema de irrigação utilizado em Botucatu foi por aspersão e na fazenda em São Manuel foi por microaspersão, e o controle de plantas espontâneas nas duas áreas foi realizado manualmente, sempre que necessário.

A colheita foi realizada aos 60 dias após o transplante nas duas áreas. Para avaliação da produção foram colhidas apenas as plantas de quatro covas centrais (parcela útil). A parte aérea foi cortada a aproximadamente 7 cm do solo e levadas para o laboratório do Departamento de Produção Vegetal, setor de Horticultura, da FCA/UNESP, para posterior separação das inflorescências e do restante do material vegetal produzido (denominado de parte vegetativa) para se avaliar as seguintes características:

a) massa da matéria seca ($kg\ m^{-2}$) da parte vegetativa, das inflorescências e seca total (parte vegetativa + inflorescências): determinada após lavagem em água corrente e destilada, posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 45°C, até atingir massa constante.

b) Acúmulo de macronutrientes ($g\ m^{-2}$) na parte vegetativa, inflorescências e total (parte vegetativa + inflorescências): inicialmente quantificou-se os teores dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre). Para isto, após a secagem de cada amostra, estas foram moídas em moinho tipo Willey® em peneira de 2 mm e armazenada em recipientes fechados e enviadas para análise dos teores, seguindo a metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Para a obtenção dos teores de nitrogênio total foi utilizada a digestão sulfúrica e a nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos teores totais dos outros nutrientes. A partir das análises químicas, foram

determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S em g kg⁻¹ de matéria seca (MS). 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 ao teste de normalidade ShapiroWilk ($p \leq 0,05$). Em seguida, foi realizada a análise de variância e de regressão mediante a utilização do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Massa da matéria seca

De acordo com as análises de variância das características de massa da matéria seca na pesquisa realizada na Fazenda em São Manuel (Tabela 3), houve interação entre os adubos e as doses aplicadas para as inflorescências e total, e na área do produtor em Botucatu ocorreu interação significativa somente para massa da matéria seca das inflorescências. Nas duas áreas, o fator doses foi significativo para todas as características, enquanto que para o fator adubos, apenas para a massa da matéria seca da parte vegetativa na pesquisa em Botucatu não foi significativo pelo teste F (5%).

Tabela 3- Resumo da análise de variância para massa da matéria seca da parte vegetativa (MMSPV), das inflorescências (MMSInf) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

	MMSPV	MMSInf	MMSTotal
São Manuel			
QM Adubos (A)	0,0292**	0,0072**	0,0657**
QM Doses (D)	0,1035**	0,016**	0,1995**
QM Interação (AxD)	0,0033 ^{ns}	0,0007*	0,0070*
QM Resíduo	0,0020	0,0002	0,000
CV (%)	17,5	17,9	13,3
Botucatu			
QM Adubos (A)	0,003798 ^{ns}	0,00046**	0,00669*
QM Doses (D)	0,169946**	0,00513**	0,23215**
QM Interação (AxD)	0,001065 ^{ns}	0,00018**	0,00156 ^{ns}
QM Resíduo	0,001415	0,00001	0,00139
CV (%)	5,8	5,3	5,2

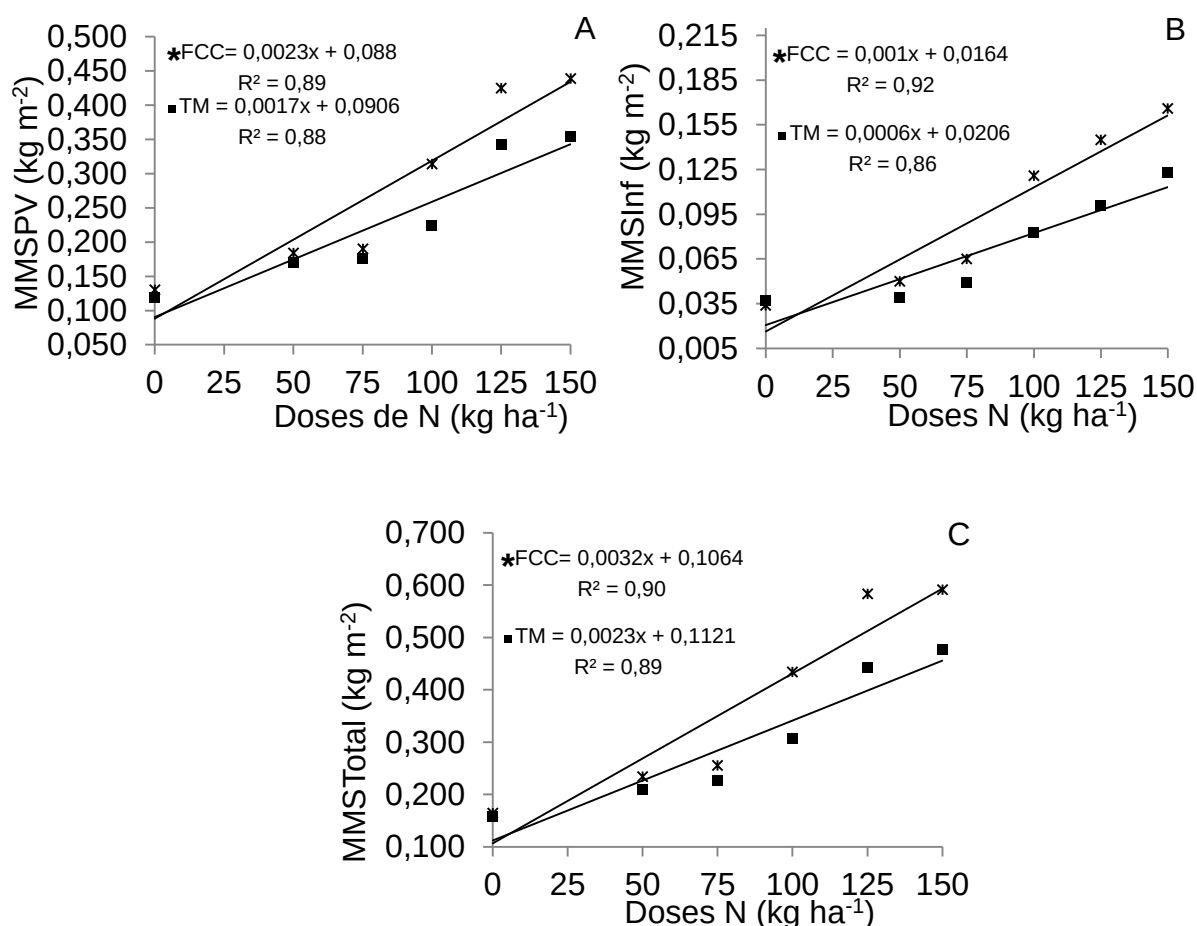
QM= Quadrado médio,

*, ** = significativo pelo teste F a 5% e 1%, respectivamente.

ns = não significativo pelo teste F.

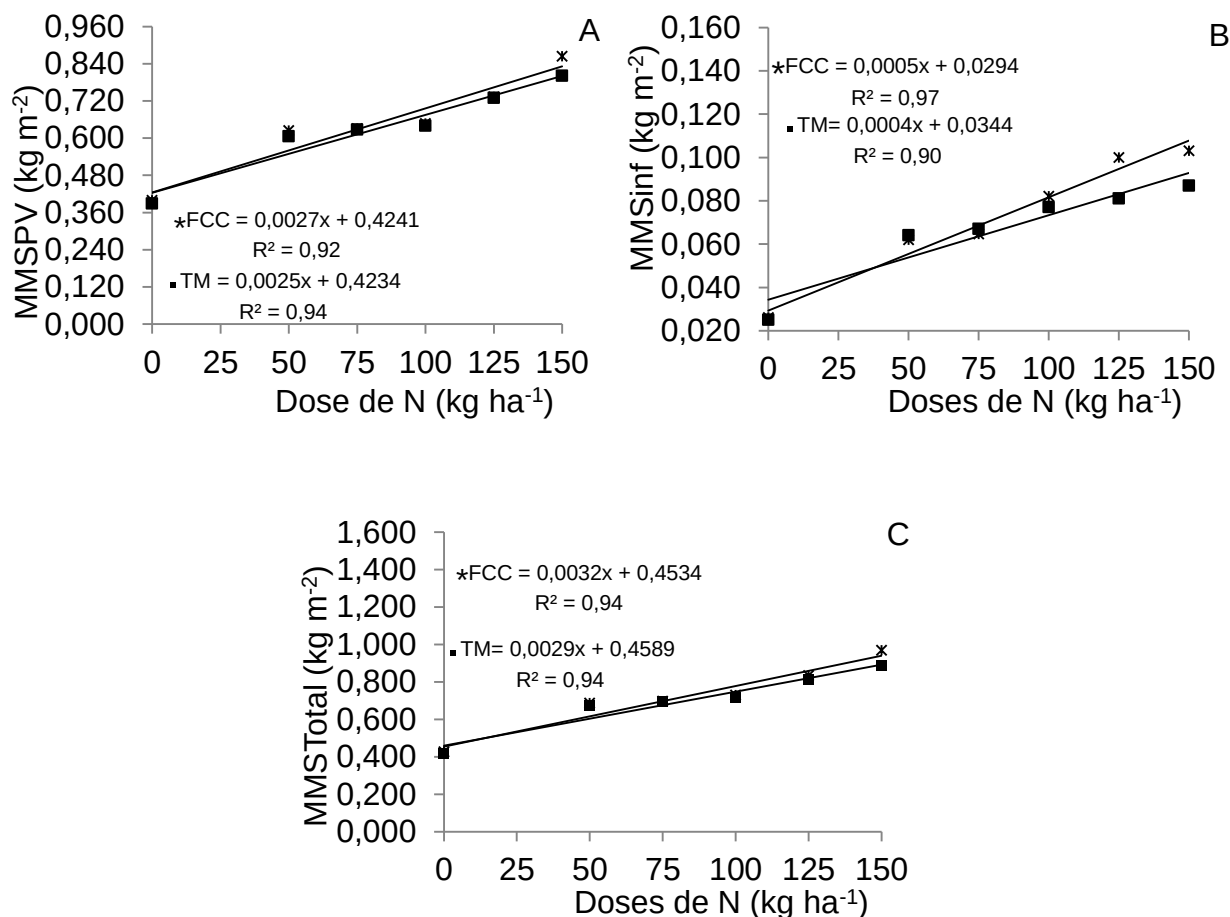
Para a massa da matéria seca da parte vegetativa, das inflorescências e total, o melhor ajuste foi o linear crescente quanto maior a dose do adubo, tanto em São Manuel (Figura 1) como na área do produtor em Botucatu (Figura 2). Na fazenda em São Manuel (Figura 1), os valores máximos encontrados na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, aplicando farinha de casco e chifre e torta de mamona para massa da matéria fresca da parte vegetativa foram de 0,439 e 0,354 kg m⁻², para as inflorescências foram de 0,166 e 0,123 kg m⁻² e para o total de 0,591 e 0,477 kg m⁻², respectivamente. Estes valores correspondem a aumentos médios de 216% (parte vegetativa), 310% (inflorescências) e 233% (total) na massa seca em comparação a ausência (dose 0) destes adubos aplicados em cobertura. Valores semelhantes ao da pesquisa na Fazenda em São Manuel foram relatados por Rodrigues et al. (2014) que encontraram 0,103 kg m⁻² de massa seca de inflorescências na melhor dose de amônia avaliada.

Figura 1- Massa da matéria seca da parte vegetativa (MMSPV), das inflorescências (MMSInf) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio (N) para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP, 2020



Na área do produtor em Botucatu (Figura 2), os valores máximos encontrados na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, aplicando farinha de casco e chifre e torta de mamona para massa da matéria seca da parte vegetativa foram de 0,865 e 0,802 kg m⁻²; para as inflorescências foram de 0,103 e 0,087 kg m⁻² e para o total de 0,968 e 0,888 kg m⁻², respectivamente. Estes valores correspondem a aumentos de 111%, 272% e 121% na massa seca da parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente, em comparação a ausência (dose 0) destes adubos aplicados em cobertura.

Figura 2- Massa da matéria seca da parte vegetativa (MMSPV), das inflorescências (MMSInf) e total (MMSTotal) de plantas de jambu em função de doses de nitrogênio (N) para os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. Botucatu-SP, 2020



Na comparação entre os adubos, a utilização da farinha de casco e chifre resultou em maior massa da matéria seca da parte vegetativa que a torta de mamona apenas na pesquisa realizada na fazenda em São Manuel, independentemente da dose (Tabela 4). Para a massa da matéria seca das inflorescências, os tratamentos com farinha de casco e chifre foram superiores aos com torta de mamona apenas nas maiores doses (100, 125 e 150 kg m⁻² na fazenda em São Manuel; e 125 e 150 kg m⁻² N no produtor em Botucatu) (Tabela 5). Para a massa da matéria seca total, a utilização da farinha de casco e chifre resultou em maiores valores, independentemente da dose na pesquisa realizada na área do produtor em Botucatu (Tabela 4), enquanto que na Fazenda São Manuel apenas na maior dose (Tabela 5).

Tabela 4- Média da massa da matéria seca da parte vegetativa e massa da matéria seca total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

São Manuel		CV (%)
Massa da matéria seca da parte vegetativa (kg m²)		
Farinha de casco e chifre	0,280 a	17,5
Torta de mamona	0,231 b	
Botucatu		
Massa da matéria seca da parte vegetativa (kg m²)		
Farinha de casco e chifre	0,651 a	5,8
Torta de mamona	0,632 a	
Massa da matéria seca total (kg m²)		
Farinha de casco e chifre	0,723 a	5,2
Torta de mamona	0,699 b	

CV: Coeficiente de variação,

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada área, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Tabela 5- Desdobramento das interações para médias da massa da matéria seca das inflorescências e massa da matéria seca total de plantas de jambu para os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM) em cada dose de nitrogênio (N). São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

Doses de N (kg ha ⁻¹)							CV (%)
0	50	75	100	125	150		
São Manuel							
Massa da matéria seca das inflorescências (kg m ⁻²)							17,9
FCC	0,034 a	0,050 a	0,065 a	0,121 a	0,145 a	0,166 a	
TM	0,037 a	0,039 a	0,050 a	0,084 b	0,101 b	0,123 b	
Massa da matéria seca total (kg m ⁻²)							5,2
FCC	0,165 a	0,234 a	0,255 a	0,434 a	0,584 a	0,591 a	
TM	0,157 a	0,208 a	0,226 a	0,307 a	0,443 a	0,477 b	
Botucatu							
Massa da matéria seca das inflorescências (kg m ⁻²)							5,3
FCC	0,026 a	0,062 a	0,065 a	0,082 a	0,100 a	0,103 a	
TM	0,025 a	0,067 a	0,064 a	0,077 a	0,081 b	0,087 b	

CV: Coeficiente de variação,

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada característica/área, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Quando houve diferença estatística, a farinha de casco e chifre foi o adubo que apresentou maiores valores de massa de matéria seca, o que também foi relatado por

Nordi (2021) que obteve $0,323 \text{ kg m}^{-2}$ para massa da matéria seca das inflorescências e $0,540 \text{ kg m}^{-2}$, para a parte vegetativa quando aplicou farinha de casco e chifre e de $0,252 \text{ kg m}^{-2}$ para inflorescências e $0,447 \text{ kg m}^{-2}$ para a parte vegetativa quando aplicou torta de mamona, valores estes superiores aos encontrados nesta pesquisa na fazenda em São Manuel. Esses resultados podem estar associados a menor relação carbono/nitrogênio (C/N) (Tabela 1), o que indica que é um material com grande capacidade de mineralização e, portanto, disponibilidade de nutrientes.

Recomenda-se que a relação C/N inicial seja de cerca de 30/1, quando essa relação é maior o crescimento dos microrganismos é mais lento pela falta de N, em consequência disso a degradação é lenta (PRIMAVESI, 2016). No entanto, caso essa relação for muito baixa, o excesso de N acelera o processo de decomposição e formam áreas anaeróbicas (OLIVEIRA, et al., 2014). Almeida et al. (2021) relataram que a farinha de casco e chifre é um dos adubos orgânicos mais eficientes na liberação de nutrientes, especificamente o nitrogênio.

Normalmente, os solos tropicais são pobres em matéria orgânica devido sua rápida mineralização, sendo de fundamental importância a utilização de material orgânico a cada safra, pois se o material orgânico do solo for muito reduzido, pode ser limitante à produção (PRIMAVESI, 2016). Diversas pesquisas têm mostrado aumento de produção de massa seca com a utilização de adubos orgânicos em cobertura, em diferentes hortaliças, tais como em abobrinha-de-moita (Lanna et al., 2020), beterraba (Silva et al., 2016 e 2018), couve-flor (Candian, 2018), repolho (Cardoso et al., 2020; Hounmenou et al., 2021), rúcula (Cruz et al., 2021) e jambu (Nordi, 2021).

No entanto, em solos inicialmente ricos em matéria orgânica, o excesso de adubo orgânico pode ser prejudicial, conforme observado por Candian (2018) com a utilização de torta de mamona em cobertura na produção de couve-flor. Na presente pesquisa, os resultados obtidos sempre se ajustaram ao modelo linear, mostrando que mesmo as maiores doses não foram prejudiciais. Além de serem fontes de nutrientes, os materiais orgânicos adicionados ao solo também melhoram as qualidades físicas, químicas e biológicas (PRIMAVESI, 2016).

Observa-se que, apesar da massa da matéria seca da parte vegetativa, das inflorescências e a total terem sido maiores na área do produtor em Botucatu (Tabelas 4 e 5), a contribuição no percentual de matéria seca das inflorescências no total foi maior no experimento em São Manuel, com média de 27%, enquanto que no produtor foi de 10%. Considerando-se que as inflorescências apresentam maior teor do

composto secundário espilantol (DIAS et al., 2012; BORGES et al., 2013) e que o produtor pode receber um bônus se o teor de espilantol na amostra entregue à empresa for superior a 0,25 % (BRAZBIO, 2020), a maior proporção de inflorescências pode resultar em maior preço de venda, assim como na qualidade da matéria seca.

Vale ressaltar que o composto orgânico Floral aplicado na base no experimento na área do produtor em Botucatu, em suas propriedades químicas contém maior teor de nitrogênio (Tabela 1), além de apresentar menor relação C/N em comparação ao Provaso e, portanto, a rápida disponibilidade deste nutriente possivelmente resultou em maior ganho de massa seca na parte vegetativa. De todo modo, o aumento da massa da matéria seca obtido nas duas áreas é importante, pois a comercialização para a indústria, se dá dessa forma.

A mineralização da matéria orgânica no solo é um processo enzimático e pode ocorrer dentro das células microbianas ou no meio externo, quando as enzimas são liberadas pelos microrganismos e o processo é catalisado por enzimas (ZUFFO et al., 2018). Após essa ação enzimática, obtém-se o N assimilável pelas plantas, na forma de amônio (NH_4^+) (THOER e THOMPSON, 2007). No entanto, este pode ser adsorvido pelos colóides, dissolvido na solução do solo ou volatilizado para a atmosfera. Todavia, segundo a teoria da trofobiose (CHABOUSSOU, 2006), com o excesso de N, as plantas podem apresentar maior abundância de aminoácidos livres, e estas moléculas de baixo peso molecular podem predispor a planta a ataques de agentes patogênicos, pois são de fácil assimilação por tais organismos.

Com isto, pode haver redução na massa fresca e seca dos vegetais. Nesta pesquisa, provavelmente não houve excesso de adubação nitrogenada, pois o efeito foi linear, sem alcançar um ponto de máximo acúmulo de matéria seca e, talvez, com doses superiores poderiam ser alcançados maiores valores. Além disso, os adubos foram aplicados em cobertura, sem incorporação ao solo, o que reduz o contato com os microrganismos e, portanto, a velocidade de mineralização (MONSALVE et al., 2017).

4.3.2 Acúmulo de nutrientes em plantas de jambu na Fazenda em São Manuel e Botucatu

Para a pesquisa realizada na Fazenda em São Manuel, de acordo com as análises de variância (Tabela 6), a interação entre os fatores adubos e doses foi

significativa apenas para o acúmulo de cálcio (parte vegetativa e total), enxofre (inflorescências) e nitrogênio (total). Para os demais acúmulos a interação não foi significativa, permitindo a discussão apenas dos efeitos de cada fator separadamente.

Na área do produtor em Botucatu, de acordo com as análises de variância, a interação entre os fatores adubos e doses para acúmulo de macronutrientes na parte vegetativa ocorreu somente para enxofre, e nas inflorescências para nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. Para os demais acúmulos a interação não foram significativas portanto os efeitos foram analisados isoladamente (Tabela 6).

Tabela 6- Resumo da análise de variância para acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa, nas inflorescências e total em função das doses dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

	N	P	K	Ca	Mg	S
São Manuel						
Acúmulo na parte vegetativa (g m⁻²)						
QM Adubos (A)	32,31**	0,76**	32,26 ^{ns}	6,92**	1,02**	0,50*
QM Doses (D)	60,22**	3,82**	243,59 ^{ns}	18,25**	3,80**	1,92**
QM Interação (AxD)	2,42 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,21*	0,123 ^{ns}	0,06 ^{ns}
QM Resíduo	1,29	0,08	5,67	0,37	0,092	0,07
CV (%)	18,7	17,9	18,3	18,4	18,5	22,9
Acúmulo nas inflorescências (g m⁻²)						
QM Adubos (A)	3,41**	0,0007 ^{ns}	4,24 **	0,04**	0,08**	0,53**
QM Doses (D)	9,53**	0,028 **	12,01**	0,39**	0,26**	2,80**
QM Interação (AxD)	0,37 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,08*
QM Resíduo	0,15	0,0002	0,23	0,004	0,004	0,03
CV (%)	17,8	14,5	19,7	15,5	17,9	16,4
Acúmulo total (g m⁻²)						
QM Adubos (A)	56,75**	0,81**	59,90**	7,99**	1,67**	2,06**
QM Doses (D)	116,21**	4,49**	361,02**	23,97**	6,02**	9,22**
QM Interação (AxD)	4,66*	0,13 ^{ns}	7,45 ^{ns}	1,34*	0,19 ^{ns}	0,28 ^{ns}
QM Resíduo	1,72	0,08	6,59	0,38	0,09	0,14
CV (%)	15,9	16,4	16,6	16,8	15,7	17,1
Botucatu						
Acúmulo na parte vegetativa (g m⁻²)						
QM Adubos (A)	1,020**	0,018**	0,283**	0,008 ^{ns}	0,003*	0,009**
QM Doses (D)	7,740**	0,114**	3,061**	0,248**	0,109**	0,066**
QM Interação (AxD)	0,250**	0,005**	0,062**	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,002*
QM Resíduo	0,030	0,000	0,014	0,002	0,001	0,000
CV (%)	6,2	5,7	6,7	10,5	8,7	8,8
Acúmulo nas inflorescências (g m⁻²)						
QM Adubos (A)	62,590**	0,027 ^{ns}	44,780 ^{ns}	0,038 ^{ns}	2,320**	2,660**

QM Doses (D)	366,56**	2,558**	956,39**	20,49**	11,22**	7,700**
QM Interação (AxD)	7,290 ^{ns}	0,002 ^{ns}	6,780 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,110 ^{ns}	2,710*
QM Resíduo	6,200	0,059	18,24	0,50	0,18	0,120
CV (%)	9,9	10,5	8,8	11,1	8,5	11,8
Acúmulo total (g m⁻²)						
QM Adubos (A)	47,67*	0,001 ^{ns}	52,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,19**	2,99**
QM Doses (D)	477,77**	3,733**	1064,98**	25,14**	13,49**	9,17**
QM Interação (AxD)	6,45 ^{ns}	0,028 ^{ns}	7,60 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,096 ^{ns}	0,30 ^{ns}
QM Resíduo	6,31	0,06	18,18	0,49	0,186	0,12
CV (%)	8,9	9,1	8,5	10,3	8,0	11,0

QM= Quadrado médio

CV = coeficiente de variação

*, ** = significativo pelo teste F a 5% e 1%, respectivamente.

ns = não significativo pelo teste F.

Para o fator doses de nitrogênio, para todos os nutrientes, o melhor ajuste foi o linear crescente, ou seja, quanto maior a dose, maior o acúmulo, tanto na parte vegetativa (Figuras 3 e 6), como nas inflorescências (Figuras 4 e 7) e no total da planta (Figura 5 e 8). Este resultado deve-se, provavelmente, ao acúmulo também linear crescente da massa da matéria seca tanto da parte vegetativa (Figuras 1A e 2A), como das inflorescências (Figuras 1B e 2B) e total (Figuras 1C e 2C), pois o cálculo do acúmulo dos nutrientes é feito a partir do acúmulo de massa seca (TEIXEIRA et al., 2017). O aumento no acúmulo de macronutrientes quanto maior a dose do adubo orgânico também foi relatado em jambu (SOUTO et al., 2018) e em couve flor, quando o solo era pobre em matéria orgânica (CANDIAN, 2018) e em abobrinha de moita (LANNA et al., 2020).

Figura 3- Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). São Manuel-SP, 2020

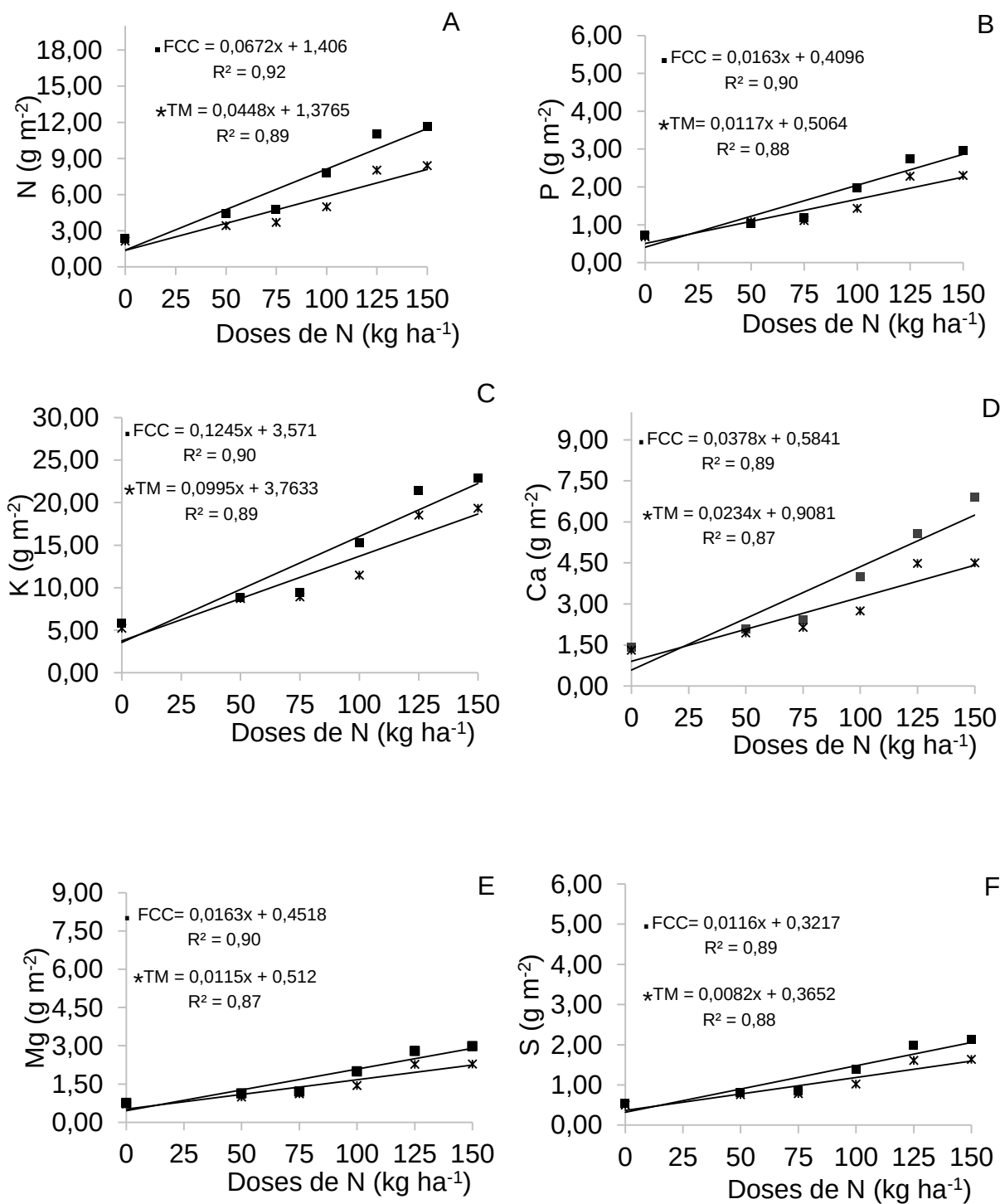


Figura 4- Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas inflorescências das plantas de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). São Manuel SP, 2020

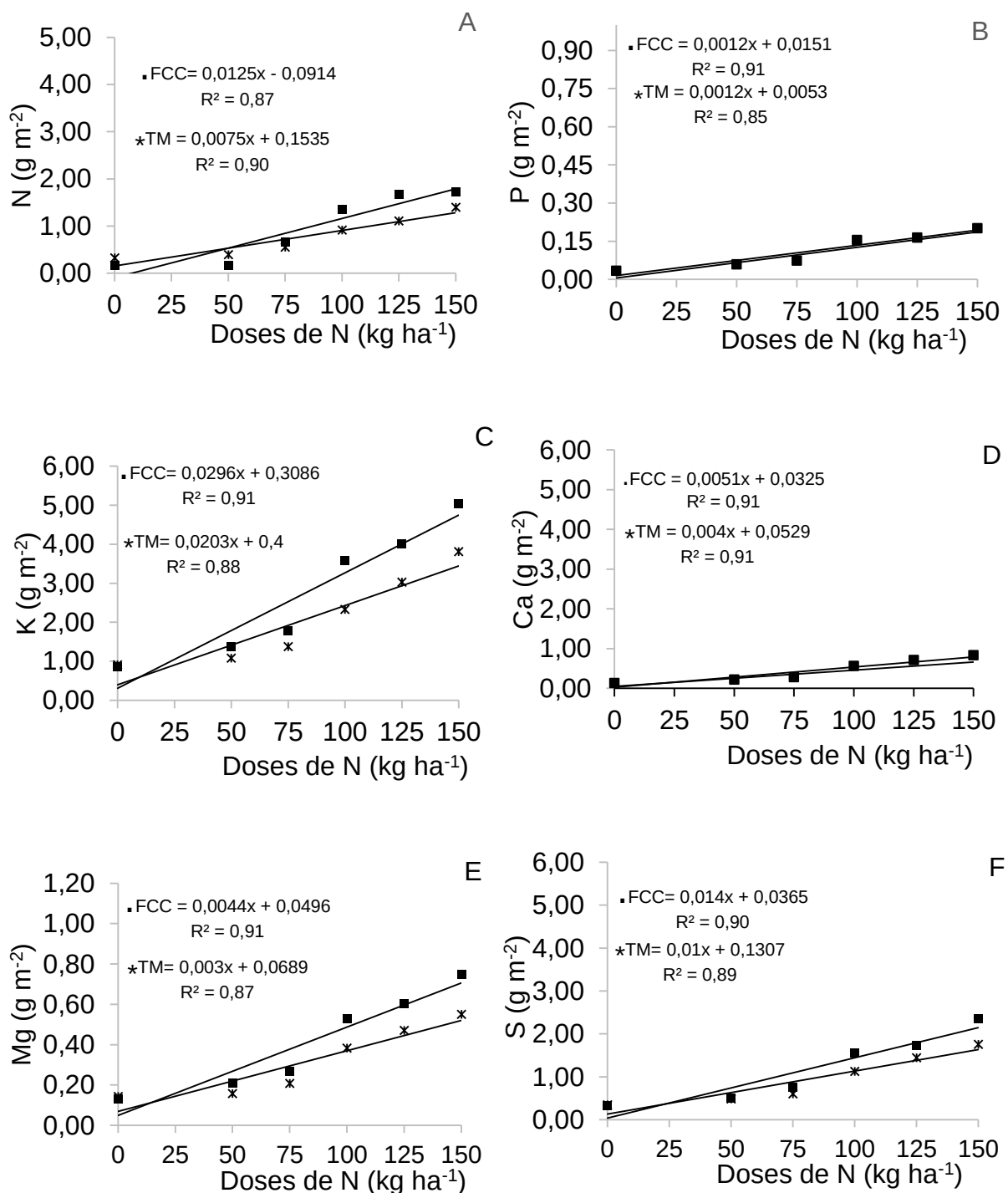


Figura 5 - Acúmulo total de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em plantas de jambu em função das doses dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP, 2020

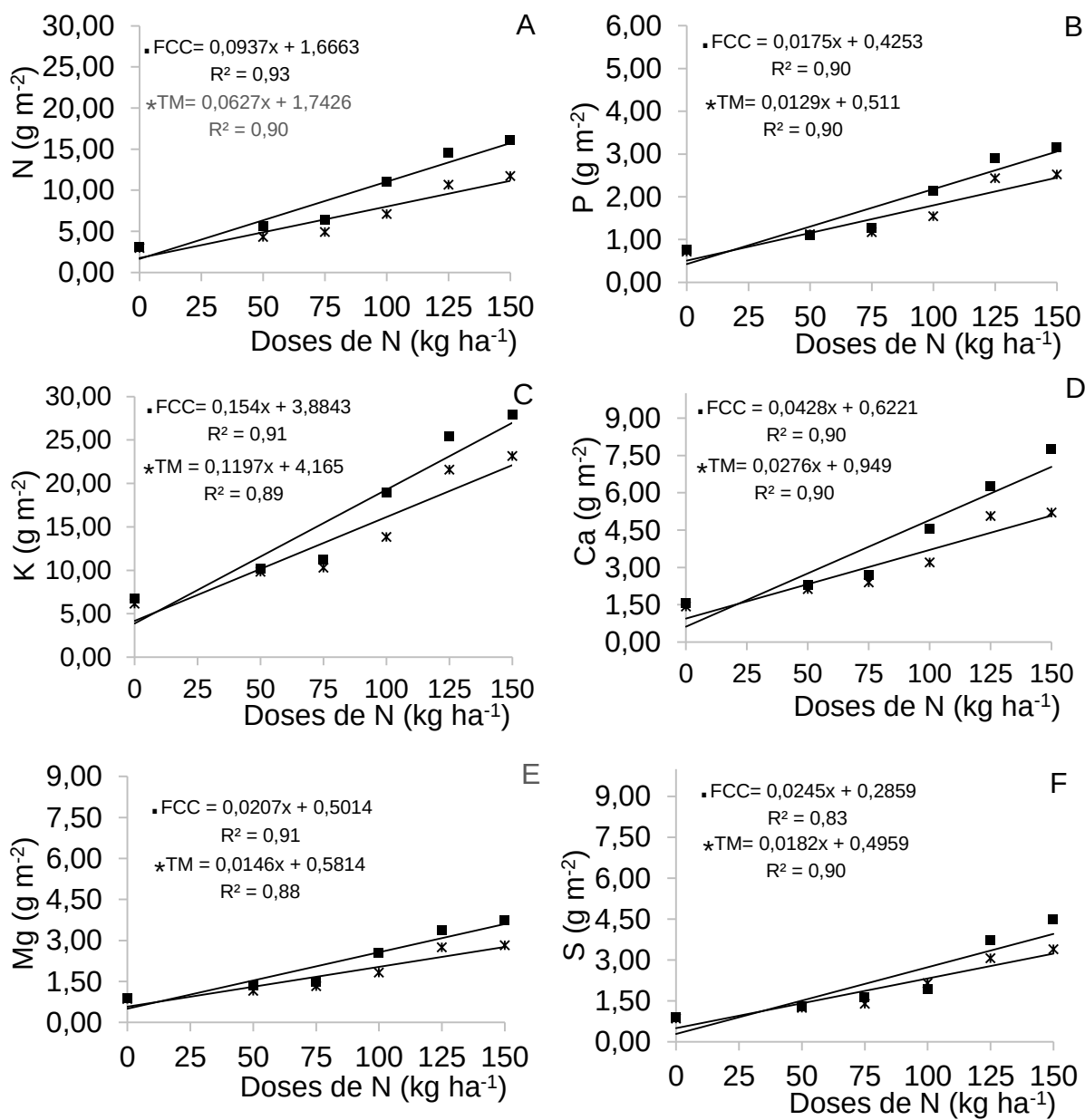


Figura 6 - Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM). Botucatu-SP, 2020

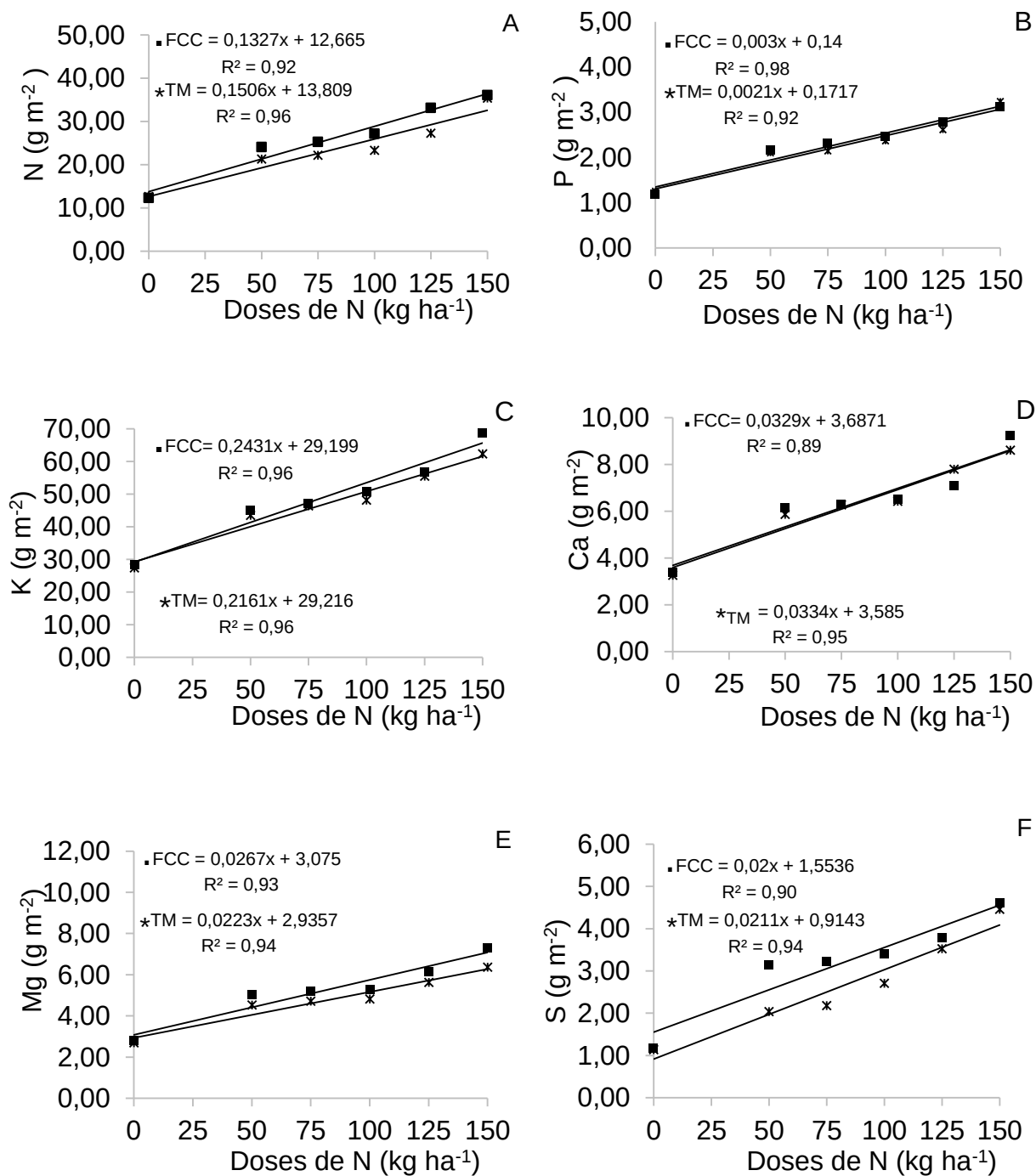


Figura 7 - Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas inflorescências das plantas de jambu em função das doses de nitrogênio em cobertura com os adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. Botucatu-SP, 2020

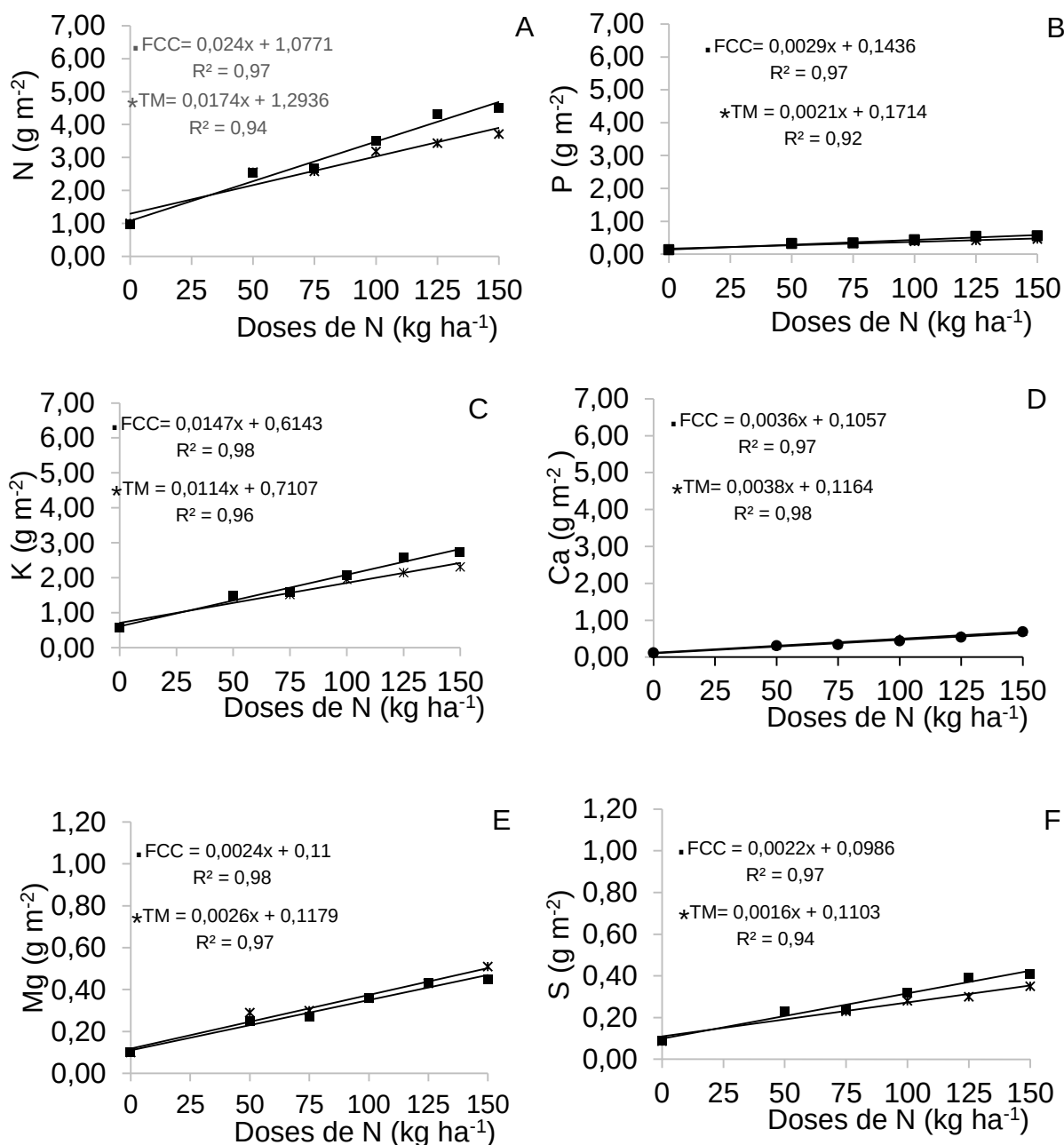
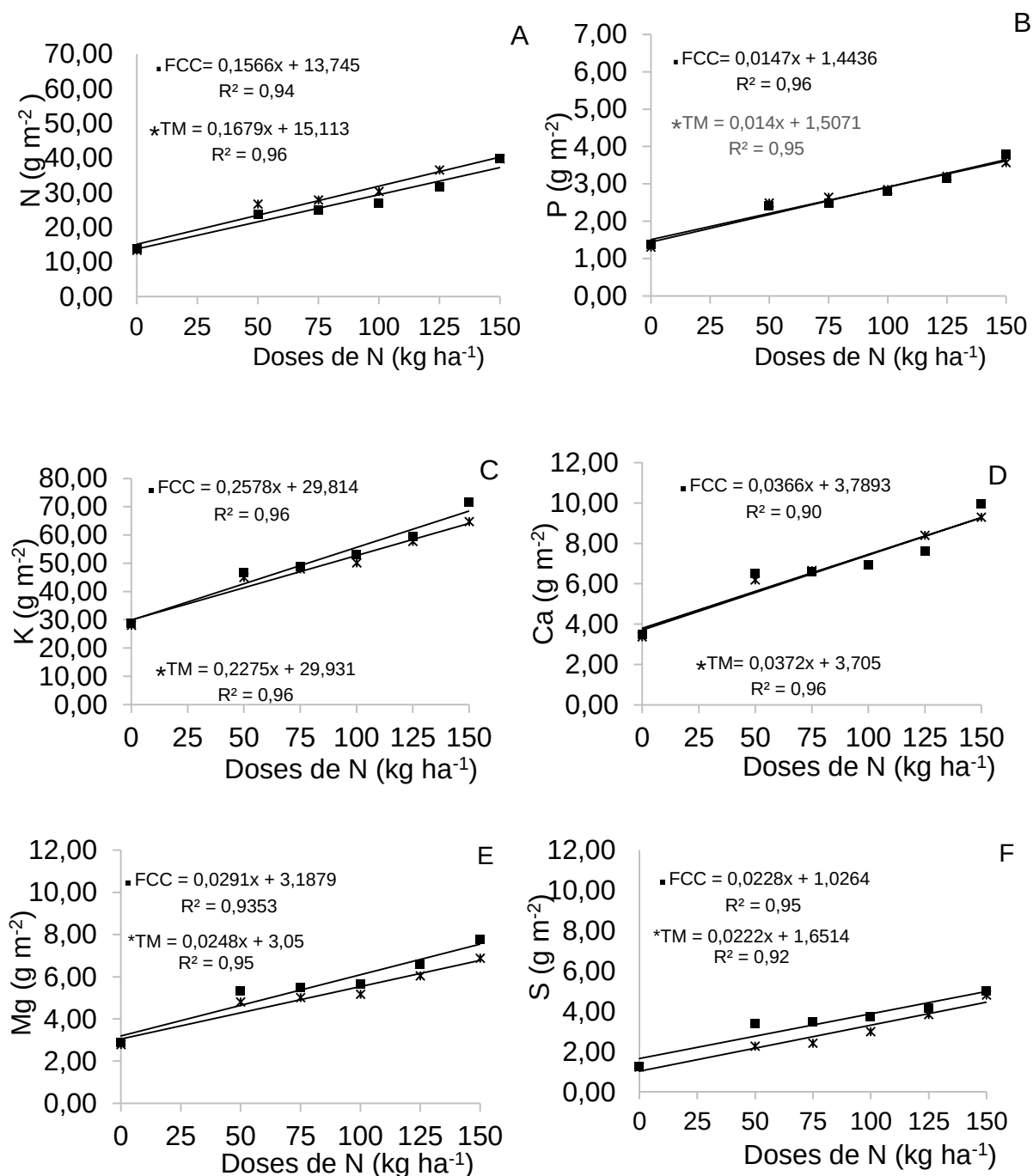


Figura 8- Acúmulo total de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), em plantas de jambu em função das doses dos adubos farinha de casco e chifre e torta de mamona. Botucatu-SP, 2020



Para o nitrogênio (Figuras 3A, 4A e 5A) em São Manuel, comparando a maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) com o controle (dose 0), observa-se um aumento de 508%, 391% e 291% quando se utilizou a farinha de casco e chifre e de 309%, 291% e 296%

para a torta de mamona, para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente. Com máximos de 11,63 e 8,40 g m⁻² para a parte vegetativa 4,50 e 3,35 g m⁻², para as inflorescências e na planta total de 16,13 e 11,76 g m⁻² utilizando a farinha de casco e chifre e a torta de mamona respectivamente. Em Botucatu (Figuras 6A, 7A e 8A) em média para os dois adubos os aumentos foi de 186% 316% e 195 % para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente. Com máximos de 35,4 e 36,09 g m⁻² para a parte vegetativa, 4,49 e 3,71 g m⁻² para as inflorescências e na planta total de 39,89 e 39,80 g m⁻² utilizando a farinha de casco e chifre e a torta de mamona respectivamente.

Para o fósforo os aumentos comparando-se a maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) com o controle (dose 0), foram de 304%, 567% e 309% quando se utilizou a farinha de casco e chifre, e de 238%, 486% e 251% quando foi aplicado a torta de mamona, para a parte vegetativa (Figura 3B), inflorescências (Figura 4B) e total (Figura 5B), respectivamente. Em Botucatu os aumentos observados em média para os dois adubos foram de 161%, 292% e 173% para a parte vegetativa (Figura 6B), inflorescências (Figura 7B) e total (Figura 8B) respectivamente.

Enquanto para o potássio os aumentos na Fazenda em São Manuel foram de 291%, 493% e 318% quando foi aplicado aa farinha de casco e chifre e de 268%, 323% e 276% quando se utilizou a torta de mamona, para a parte vegetativa (Figura 3C), inflorescências (Figura 4C) e total (Figura 5C), respectivamente. Em Botucatu aumento foi de 135%, 342% e 140% para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente (Figuras 6C, 7C e 8C). Para o cálcio aumentos na Fazenda em São Manuel foram de 387%, 506% e 397% quando se utilizou a farinha de casco e chifre e de 244%, 383% e 258% para a torta de mamona, na parte vegetativa (Figura 3D), inflorescências (Figura 4D) e total (Figura 5D), respectivamente. Em Botucatu para o cálcio, os aumentos foram de 169%, 484% e 180% em média para os dois adubos para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente (Figuras 6D, 7D e 8D).

Para o magnésio foram observados aumentos de 299%, 479% e 324% quando se utilizou a farinha de casco e chifre e de 217%, 285% e 225% para a torta de mamona, para a parte vegetativa (Figura 3E), inflorescências (Figura 4E) e total (Figura 5E), respectivamente, e em Botucatu os aumentos foram de 150%, 380% e 158% para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente (Figuras 6E, 7E e 8E). Para o enxofre, foram observados aumentos de 287%, 617% e 412%

quando aplicado a farinha de casco e chifre e de 226%, 399% e 299% quando se utilizou a torta de mamona, para a parte vegetativa (Figura 3F), inflorescências (Figura 4F) e total (Figura 5F), respectivamente. E para o enxofre em Botucatu (Figuras 6F, 7F e 8F) os aumentos foram de 292%, 332% e 294% para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente.

Estes aumentos acompanham os da massa seca das plantas que também foram lineares (Figuras 1 e 2), porém, foram em maior proporção, mostrando que além da maior disponibilização dos nutrientes, quanto maior a dose, a aplicação destes adubos favoreceu maior absorção e acúmulo de nutrientes pelas plantas.

Na comparação entre os adubos, observa-se que as plantas nos tratamentos adubados com farinha de casco e chifre apresentaram maior acúmulo, comparado as plantas dos tratamentos com torta de mamona, de N, P, K, Mg e S, na parte vegetativa; de N, K, Ca e Mg nas inflorescências; e de P, K e Mg no total (Tabela 7). Em Botucatu também a farinha de casco e chifre apresentou maior acúmulo para N, P, K e Ca na parte vegetativa, Ca e Mg nas inflorescências e N, Mg e S no total (Tabela 7).

Tabela 7- Médias do acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte vegetativa, inflorescências e total de plantas de jambu, em função dos adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM) aplicados em cobertura. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

	N	P	K	Ca	Mg	S
São Manuel						
Acúmulo na parte vegetativa (g m⁻²)						
FCC	7,00 a	1,77 a	13,95 a	-	1,81 a	1,28 a
TM	5,11 b	1,48 b	12,05 b	-	1,47 b	1,94 b
CV (%)	18,8	17,9	18,3	-	18,5	22,9
Acúmulo nas inflorescências (g m⁻²)						
FCC	2,47 a	0,11 a	2,77 a	0,45 a	0,41 a	-
TM	1,85 b	0,10 a	2,09 b	0,39 b	0,32 b	-
CV (%)	17,8	14,5	19,8	15,6	17,9	-
Acúmulo total (g m⁻²)						
FCC	-	1,88 a	16,72 a	-	2,22 a	2,49 a
TM	-	1,58 b	14,14 b	-	1,79 b	2,01 a
CV (%)	-	16,4	16,6	-	15,7	17,1
Botucatu						
Acúmulo em parte vegetativa (g m⁻²)						
FCC	26,35 a	2,34 a	49,45 a	6,43 a	5,30 a	-

TM	23,72 b	2,28 b	47,22 b	6,36 b	4,79 b	-
CV (%)	9,9	10,5	8,8	11,1	8,50	-
Acúmulo nas inflorescências (g m⁻²)						
FCC	-	-	-	0,44 a	0,33 a	-
TM	-	-	-	0,40 b	0,31 b	-
CV (%)	-	-	-	10,6	8,7	-
Acúmulo total (g m⁻²)						
FCC	29,10 a	2,68 a	51,29 a	6,84 a	5,61 a	3,50 a
TM	26,80 b	2,67 a	48,89 a	6,80 a	5,11 b	2,92 b
CV (%)	8,9	9,2	8,5	10,3	8,0	11,0

CV: Coeficiente de variação,

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada parte da planta, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

No desdobramento das interações (Tabela 8), também observa-se maior acúmulo nas plantas adubadas com farinha de casco e chifre, porém, somente nas maiores doses, para o cálcio na parte vegetativa (100; 125 e 150 kg ha⁻¹ de N); enxofre nas inflorescências (100 e 150 kg ha⁻¹ de N); e nitrogênio e cálcio na planta toda (100; 125 e 150 kg ha⁻¹ de N). Apenas para o P nas inflorescências não houve qualquer diferença entre os adubos (Tabela 7).

Na área do produtor em Botucatu para o enxofre no acúmulo na parte vegetativa, a farinha de casco e chifre foi maior nas menores doses (50, 100 e 125 kg ha⁻¹ N), para o nitrogênio e enxofre nas inflorescências, o maior acúmulo foi nas doses (125 e 150 kg ha⁻¹ N), e para fósforo e potássio ocorreu nas doses (125 e 150 kg ha⁻¹ de N) (Tabela 8). No acúmulo total para P, K e Ca não houve qualquer diferença entre os adubos (Tabela 7).

Tabela 8- Desdobramento das médias para acúmulo de cálcio e enxofre na parte vegetativa, enxofre nas inflorescências e nitrogênio e cálcio total de plantas de jambu em função dos adubos farinha de casco e chifre (FCC) e torta de mamona (TM) para cada dose de nitrogênio em cobertura. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

Doses de N (kg ha ⁻¹)							
	0	50	75	100	125	150	CV (%)
São Manuel							
Acúmulo na parte vegetativa							
Cálcio (g m ⁻²)							
FCC	1,42 a	2,08 a	2,42 a	4,00 a	5,56 a	6,91 a	18,4
TM	1,31 a	1,94 a	2,15 a	2,74 b	4,49 b	4,50 b	
Acúmulo nas inflorescências							
Enxofre (g m ⁻²)							
FCC	0.32 a	0.50 a	0.76 a	1.54 a	1.74 a	2.36 a	16.4

TM	0,35 a	0,48 a	0,61 a	1,13 b	1,45 a	1,76 b	
Acúmulo total							
Nitrogênio (g m⁻²)							
FCC	3,11 a	5,59 a	6,42 a	11,00 a	14,60 a	16,13 a	15,9
TM	2,97 a	4,32 a	4,94 a	7,12 b	10,68 b	11,75 a	
Cálcio (g m⁻²)							
FCC	1,60 a	2,30 a	2,70 a	4,56 a	6,27 a	7,75 a	16,7
TM	1,45 a	2,13 a	2,40 a	3,20 b	5,07 b	5,21 b	
Botucatu							
Acúmulo na parte vegetativa							
Enxofre (g m⁻²)							
FCC	1,17 a	3,15 a	3,21 a	3,40 a	3,78 a	4,60 a	11,81
TM	1,14 a	2,04 b	2,17 b	2,71 b	3,53 a	4,46 a	
Acúmulo nas inflorescências							
Nitrogênio (g m⁻²)							
FCC	0,97 a	2,53 a	2,66 a	3,51 a	4,32 a	4,49 a	6,28
TM	1,00 a	2,57 a	2,55 a	3,18 b	3,43 b	3,71 b	
Fósforo (g m⁻²)							
FCC	0,12 a	0,32 a	0,33 a	0,44 a	0,54 a	0,56 a	5,79
TM	0,13 a	0,33 a	0,32 a	0,39 a	0,42 b	0,46 b	
Potássio (g m⁻²)							
FCC	0,56 a	1,50 a	1,58 a	2,07 a	2,59 a	2,73 a	6,79
TM	0,58 a	1,46 a	1,52 a	1,95 a	2,15 b	2,31 b	
Enxofre (g m⁻²)							
FCC	0,09 a	0,22 a	0,24 a	0,32 a	0,39 a	0,41 a	8,85
TM	0,08 a	0,22 a	0,23 a	0,28 b	0,30 b	0,35 b	

CV: Coeficiente de variação,

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada parte da planta e nutriente, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Novamente, observa-se que a tendência dos acúmulos de nutrientes na comparação entre os adubos assemelha-se às diferenças observadas entre os adubos no acúmulo de massa da matéria seca em cada parte (vegetativa ou inflorescências e total) da planta (Tabelas 4 e 5), ou seja, com maiores valores para a farinha de casco e chifre em qualquer dose ou pelo menos nas maiores doses.

A farinha de casco e chifre é um dos adubos orgânicos mais eficientes na liberação de nutrientes, principalmente o nitrogênio (CAVALARO JUNIOR et al., 2009), o que também foi observado por Almeida et al. (2021) na comparação com outros adubos orgânicos, inclusive a torta de mamona, na fabricação de biofertilizantes. Também Nordi (2021) observou maior acúmulo tanto de matéria seca como dos macronutrientes em plantas de jambu adubadas com farinha de casco e chifre em comparação a outros adubos orgânicos, inclusive a torta de mamona.

A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na parte vegetativa das plantas de jambu foi $K > N > Ca > P > Mg > S$; nas inflorescências foi $K > N > S > Ca > Mg > P$ e para o acúmulo total foi $K > N > Ca > S > P > Mg$ na Fazenda em São Manuel, e na parte vegetativa foi de $K > N > Ca > Mg > S > P$, nas inflorescências $N > K > Ca > P > Mg > S$ e para o acúmulo total foi de $K > N > Ca > Mg > S > P$ na área do produtor em Botucatu (Tabelas 7e 8). O K e o N foram os dois nutrientes mais acumulados tanto na parte vegetativa como nas inflorescências das plantas de jambu, o que também foi observado por Borges et al. (2013), Nordi (2021) e por Grangeiro et al. (2018), assim como na parte vegetativa de outras hortaliças “folhosas” (LANNA et al., 2017; NASSER et al., 2020; CARDOSO et al., 2020).

O potássio foi o nutriente com maior acúmulo na planta de jambu em São Manuel e Botucatu, com exceção para as inflorescências na área em Botucatu, que foi o segundo mais acumulado. Além da importância do K para as plantas, é o macronutriente mais rapidamente disponibilizado às plantas (MAGRO et al., 2009), com maior disponibilidade quanto maior a quantidade de adubo orgânico aplicado.

O potássio é um nutriente vital para a fotossíntese, e em situações de deficiência, provoca redução da taxa fotossintética e aumento na respiração, resultando na diminuição do acúmulo de carboidratos; favorece o uso eficiente da água pela planta (SHIN, 2014).

Na maior dose (150 kg ha^{-1} de N) o acúmulo de K, na média dos dois adubos em São Manuel, foi de 21,12; 4,44 e 25,55 g m^{-2} para a parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente (Figura 3C; 4C e 5C). Os valores observados na pesquisa em Botucatu, com máximo acúmulo de potássio estimado em 68,68 e 62,35 g m^{-2} na parte vegetativa (Figura 6C), em 2,73 e 2,31 g m^{-2} nas inflorescências (Figura 7C) e de 71,40 e 64,66 g m^{-2} na planta toda (Figura 8C), para a farinha de casco e chifre e torta de mamona, respectivamente, foram superiores aos relatados por Grangeiro et al. (2018). Borges et al. (2013) também observaram maiores acúmulos de K nas folhas (13,78 g m^{-2}) que nas inflorescências (7 g m^{-2}). Valores semelhantes aos relatados por Nordi (2021) em sua pesquisa na fazenda em São Manuel que foram de 21,0; 8,1 e 29,2 g m^{-2} na parte vegetativa, inflorescências e total respectivamente quando aplicou a farinha de casco e chifre e 17,7; 7,2 e 24,9 g m^{-2} na parte vegetativa, inflorescências e total, respectivamente, para a torta de mamona.

O nitrogênio foi o segundo nutriente mais acumulado na parte vegetativa, nas inflorescências e total em São Manuel e Botucatu, com exceção para as

inflorescências que foi o primeiro. Nordi (2021), em sua pesquisa com diferentes adubos orgânicos em cobertura (50 kg ha^{-1} de N), observou acúmulo de N nas inflorescências de 8,3 e $5,2 \text{ g m}^{-2}$, na parte vegetativa de 18,8 e $6,2 \text{ g m}^{-2}$, para o Sítio Zodíaco e São Manuel, respectivamente.

O fornecimento de nitrogênio para as hortaliças em doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva seu potencial produtivo (FILGUEIRA, 2008, KANO et al., 2011). Segundo Taiz et al. (2017) a deficiência do nitrogênio causa o amarelecimento inicialmente das folhas mais velhas dos vegetais, dentre outros sintomas, e o seu excesso causa o atraso no florescimento.

O nitrogênio está diretamente ligado a constituição de estruturas celulares do vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (TAIZ et al., 2017). O nitrogênio também possui correlação direta na biossíntese da clorofila (LEE et al., 2019), tal relação reflete diretamente no acúmulo de massa da matéria seca das plantas (TAIZ et al., 2017). Normalmente, é o nutriente mais acumulado nas sementes (CARDOSO et al., 2011; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), o que explica ter sido o mais acumulado nas inflorescências, pois muitas destas já tinham sementes formadas.

O acúmulo de cálcio, na média dos dois adubos, na maior dose (150 kg ha^{-1} N) foi de $5,71 \text{ g m}^{-2}$ para parte vegetativa (Figura 3D), $0,77 \text{ g m}^{-2}$ para as inflorescências (Figura 4D) e $6,48 \text{ g m}^{-2}$ no total (Figura 5D). O cálcio foi o terceiro nutriente mais acumulado na parte vegetativa e no total da planta de jambu (Tabela 8). No entanto, foi apenas o quarto mais acumulado nas inflorescências (Tabela 8). Na área em Botucatu o cálcio foi também o terceiro nutriente mais acumulado nas partes estudadas. Foram estimados os maiores acúmulos de cálcio na maior dose de 9,23 e $8,59 \text{ g m}^{-2}$ na parte vegetativa (Figura 6D), 0,697 e $0,700 \text{ g m}^{-2}$ nas inflorescências (Figura 7D) e 9,93 e $9,29 \text{ g m}^{-2}$ no total (Figura 9D), para a farinha de casco e chifre e torta de mamona, respectivamente.

Esses resultados podem estar relacionados à baixa mobilidade do cálcio no floema, não ocorrendo sua redistribuição das folhas para os outros órgãos da planta como as inflorescências (CANDIAN, 2018; NORDI, 2021). A fundamental importância do cálcio na planta é manter a integridade da parede celular, no crescimento radicular e (FAQUIN e ANDRADE, 2004). Grangeiro et al. (2018), aplicaram húmus de minhoca, encontraram acúmulo máximo de cálcio de $4,96 \text{ g m}^{-2}$, valor este um pouco abaixo do

encontrado na presente pesquisa. Borges et al. (2013) relataram valores médios de 0,081 e 0,031 g planta⁻¹, nas folhas e inflorescências, respectivamente.

Apesar de ter sido o nutriente menos acumulado na parte vegetativa (Tabela 8), o enxofre na pesquisa em São Manuel foi o terceiro nutriente mais acumulado nas inflorescências e na planta toda foi o quarto (Tabela 8). Na maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) o acúmulo na parte vegetativa foi de 2,35 e 1,76 g m⁻² (Figura 3F), nas inflorescências foi de 2,13 e 1,63 g m⁻² (Figura 4F) e total de 4,49 e 3,39 g m⁻² (Figura 5F), para a farinha de casco e chifre e a torta de mamona, respectivamente. Em Botucatu o enxofre foi o macronutriente menos acumulado nas inflorescências e o quinto mais acumulado na parte vegetativa e no total. Para a maior dose (150 kg ha⁻¹ de N) estima-se acúmulo de 4,60 e 4,46 g m⁻² na parte vegetativa (Figura 6F), 0,410 e 0,350 g m⁻² nas inflorescências (Figura 7F) e 5,02 e 4,81 g m⁻² no total (Figura 8F), para a FCC e TM, respectivamente.

Normalmente, o enxofre tem sido o macronutriente menos acumulado na maioria das hortaliças folhosas (LANNA et al., 2017; SOUTO et al., 2018; CARDOSO et al., 2020), porém em couve-flor e brócolis é o segundo mais acumulado nas sementes (MAGRO et al., 2010; CARDOSO et al., 2016), mostrando a sua importância na parte reprodutiva de algumas espécies. Destaca-se que na maioria das inflorescências colhidas as sementes já estavam formadas e as análises foram feitas considerando-se todas as inflorescências, com ou sem sementes maduras e, talvez, o jambu seja uma espécie em que o enxofre é importante na composição das sementes, como ocorre em algumas brássicas.

O enxofre é um nutriente que, apesar de ser extraído pelas plantas em menor quantidade em relação a maioria dos outros macronutrientes, é de extrema importância por estar envolvido na formação de proteínas, composição de hormônios vegetais, presente em grande quantidade nos aminoácidos, como a cisteína e a metionina, sendo de grande relevância para as plantas e para a formação das sementes, envolvendo a formação do embrião e tecido de reserva (MALAVOLTA et al., 1997). Devido a sua participação em um grande número de compostos e reações, na sua ausência há uma diminuição na síntese de proteínas e açúcares, e no acúmulo de nitrogênio, com isto, uma redução no crescimento da planta (GIGOLASHVILI e KOPRIVA, 2014).

O fósforo foi o quarto nutriente mais acumulado na parte vegetativa e no total da planta, porém foi o menos acumulado nas inflorescências na área em São Manuel

(Tabela 8). A média dos dois adubos na maior dose (150 kg ha^{-1} de N) na parte vegetativa foi de $2,62 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 3B), nas inflorescências de $0,209 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 4B) e total de $2,83 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 5B).

O fósforo na pesquisa em Botucatu foi o macronutriente menos acumulado na parte vegetativa (Figura 6B) e na planta toda (Figura 8B), enquanto nas inflorescências foi o quarto mais acumulado (Figura 7B). A média dos dois adubos na maior dose, na parte vegetativa foi de $3,17 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 6B), nas inflorescências de $0,51 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 7B) e total de $3,68 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 8B).

Este resultado contrasta com outras espécies olerícolas, onde o fósforo normalmente é um dos quatro nutrientes mais acumulados na parte reprodutiva e nas sementes (KANO et al., 2011, CARDOSO et al., 2016; TAVARES et al., 2021). Grangeiro et al. (2018) relataram que o fósforo foi o macronutriente menos acumulado na planta de jambu, com valor máximo de $0,78$ e $0,98 \text{ g m}^{-2}$ para as cultivares de flor roxa e de flor amarela, respectivamente, valor inferior ao observado na presente pesquisa. Borges et al. (2013) relataram que o fósforo foi o quinto nutriente mais acumulado pela parte vegetativa da planta de jambu ($1,44 \text{ g m}^{-2}$), valor também inferior ao encontrado na presente pesquisa.

O fósforo é um nutriente que participa das atividades fotossintéticas, metabolismo das plantas, transferência de energia e respiração, sendo essencial na formação de raízes, e para a boa formação dos primórdios das partes reprodutivas (RAIJ, 1991). Segundo Cardoso (2011) e Carvalho e Nakagawa (2012), o fósforo nas sementes em diferentes espécies é bastante acumulado, sendo importante na constituição da fitina, principal forma de armazenamento de energia nas sementes.

Apesar do magnésio de ter sido o penúltimo macronutriente mais acumulado tanto na parte vegetativa como nas inflorescências, na área em São Manuel foi o menos acumulado ao se considerar toda a planta (Tabela 8). Na média dos dois adubos na maior dose (150 kg ha^{-1} de N) na parte vegetativa foi de $2,63 \text{ g m}^{-2}$, nas inflorescências de $0,65 \text{ g m}^{-2}$ e total de $3,28 \text{ g m}^{-2}$ (Figuras 4E; 5E e 6E). Em Botucatu O magnésio foi o quarto nutriente mais acumulado na parte vegetativa e total e o quinto mais acumulado nas inflorescências. Para a maior dose estima-se que o acúmulo de magnésio foi de $6,37$ e $7,32 \text{ g m}^{-2}$ na parte vegetativa (Figura E6), de $0,447$ e $0,513 \text{ g m}^{-2}$ nas inflorescências (Figura E7) e de $7,76$ e $6,87 \text{ g m}^{-2}$ no total (Figura E8), para a farinha de casco e chifre e a torta de mamona, respectivamente.

O maior acúmulo de Mg na parte vegetativa explica-se pelo fato dele ser o átomo central da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017).

Normalmente, o Mg é pouco exigido pelas plantas e geralmente fornecido junto com o cálcio durante a calagem. A principal função do magnésio é atuar como cofator de enzimas (FAQUIN, 2004).

Do total acumulado de cada macronutriente nas plantas de jambu, observa-se que a maior proporção se acumulou na parte vegetativa das plantas, em comparação às inflorescências (Tabela 9), o que se deve aos maiores valores para acúmulo de matéria seca nesta parte da planta em comparação às inflorescências (Tabela 4). No entanto, dois nutrientes se destacam por apresentarem menor porcentagem nas inflorescências, o P e o Ca, em Botucatu diferente do ocorrido em São Manuel, o K, o Mg e o Ca. O cálcio é pouco móvel na planta, acumulando em maior quantidade nas folhas (CARDOSO et al., 2016), mas para o K isso não é tão comum e não foi observado na pesquisa realizada em São Manuel.

Normalmente, a distribuição percentual dos nutrientes em cada órgão da planta (no caso parte vegetativa e inflorescências) em relação ao total tem relação direta com a mobilidade dos nutrientes na planta e com a necessidade de cada nutriente em cada parte da planta. A relação com a mobilidade pode ser bem observada com o cálcio. Apesar do cálcio ser um nutriente considerado de grande importância para a reprodução das plantas, este é pouco acumulado pelas partes reprodutivas, provavelmente por ser um nutriente de baixa mobilidade pelo floema da planta, com baixa translocação das folhas para as flores, frutos e sementes (MALAVOLTA, 2006). Kano et al. (2011) afirmam que o acúmulo do cálcio nas sementes possivelmente ocorre apenas por absorção e transporte durante o processo de maturação das sementes, não havendo redistribuição do cálcio das folhas para as sementes.

Tabela 9- Percentual de acúmulo de cada macronutriente na parte vegetativa (PV) e inflorescências (Infl) em relação ao total da planta para a farinha de casco e chifre e torta de mamona. São Manuel-SP e Botucatu-SP, 2020

	N	P	K	Ca	Mg	S
São Manuel- Farinha de casco e chifre (%)						
PV	72,1	93,65	83,72	89,4	80,16	47,44
Infl	27,9	6,35	16,28	10,6	19,84	52,56
São Manuel- Torta de mamona (%)						
PV	71,57	91,27	83,54	86,2	80,56	48,08
Infl	28,43	8,73	16,46	13,8	19,44	51,92
Botucatu- Farinha de casco e chifre (%)						
PV	88,74	85,22	96,18	92,95	94,33	91,63
Infl	11,26	14,78	3,82	7,05	5,67	8,37
Botucatu-Torta de mamona (%)						
PV	90,68	87,11	96,43	92,47	92,72	92,72
Infl	9,32	12,89	3,57	7,53	7,28	7,28

As quantidades exportadas com a colheita de toda parte aérea das plantas de jambu representam importante componente de perda de nutrientes do solo que deverão ser restituídos. O conhecimento do conteúdo de nutrientes nas plantas, é importante para se realizar as recomendações econômicas de adubação (SOUTO et al., 2018). No entanto, outros fatores devem ser considerados, como as condições climáticas, a disponibilidade do nutriente aplicado, dentre outros. Por exemplo, apesar da grande importância do fósforo para o bom desenvolvimento das plantas, e de ser o nutriente recomendado em maior quantidade na adubação de plantio para a maioria das espécies hortícolas (Raij et al., 1997), a eficiência de aproveitamento do fósforo é muito baixa, pela elevada fixação do mesmo pelo solo. Portanto, mesmo sendo pouco acumulado, é importante manter-se um bom nível de fósforo no solo, pois a falta do mesmo disponível às plantas acarretam grandes perdas de produção (Kano et al., 2011).

O ideal seria estimar a curva de absorção de nutrientes ao longo do ciclo. No entanto, segundo Grangeiro et al. (2018), na ausência da curva de absorção de nutrientes, o acúmulo de material seco fornece uma boa aproximação da extração de nutrientes. Além disto, com a utilização de adubos orgânicos, a liberação dos nutrientes é mais lenta do que com os adubos inorgânicos altamente solúveis,

permitindo melhor aproveitamento, com menos perdas (PRIMAVESI, 2016; MONSALVE et al., 2017), reduzindo a necessidade de parcelamentos ao longo do ciclo, como é feito com a fertirrigação com adubos inorgânicos altamente solúveis.

4.4 CONCLUSÕES

Quanto maior a dose dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e de torta de mamona maiores os acúmulos de matéria seca e de macronutrientes nas plantas de jambu.

A farinha de casco e chifre resultou em maior acúmulo de matéria seca e de macronutrientes nas plantas de jambu que a torta de mamona, principalmente nas maiores doses.

A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na fazenda em São Manuel para a parte vegetativa foi de $K > N > Ca > P > Mg > S$, nas inflorescências foi de $K > N > S > Ca > Mg > P$ e para acúmulo total foi de $K > N > Ca > S > P > Mg$.

A ordem decrescente no acúmulo de macronutrientes na área do produtor em Botucatu na parte vegetativa foi de $K > N > Ca > Mg > S > P$, nas inflorescências foi de $N > K > Ca > P > Mg > S$ e no acúmulo total foi de $K > N > Ca > Mg > S > P$.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.G.; CANDIAN, J.S.; CARDOSO, A.I.I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae**, v.12, 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p. 711-728, 2014.
- BARBOSA, A. F.; CARVALHOA M. G.; SIMITH, R. E.; SABAA-SRUR, A. U. O. Spilanthal: Occurrence, extraction, chemistry and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 1, p. 128-133, 2016.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; RUMY, G.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- BRAZBIO. **Recomendação de adubação orgânica**. Comunicação Técnica BRAZBIO 2020.
- CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2018.
- CARDOSO, A. I. I.; CLAUDIO, M. R. T.; MAGRO, F. O.; NAKADA-FREITAS, P. G. Phosphate fertilization over the accumulation of macronutrients in cauliflower seed production. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.2, p.196-201, 2016.
- CARDOSO, A. I. I.; FERREIRA, K. P.; VIEIRA JÚNIOR, R. M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 594-599, 2011.
- CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA, J. B.; LANNA, N. B. L.; CANDIAN, J. S.; CASTRO, J. L. M. Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 22, p. 230-234, 2020.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CAVALLARO, M. L.J; 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**, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas - a teoria da trofobiose**. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 320 p.

CRUZ, L. K. A.; RUFFINO, G. M.; PELVINE, R. A.; CARDOSO, A. I. I. Fontes de adubos orgânicos na produção de rúcula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.16, n.2, p.123-131, 2021.

DIAS A. M. A.; SANTOS P.; SEABRA I. J.; JUNIOR R. N. C.; BRAGA M. E. M.; SOUSA H. C. *Spilanthol* from *Spilanthes acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 62-70, 2012.

DUBEY, S.; MAITY, S.; SINGH, M.; SARAF, S. A.; SAHA, S. Phytochemistry, pharmacology and toxicology of *spilanthes acmella*: a review. Advances in pharmacological sciences. **Hindawi Publishing Corporation**, v. 2013, p. 1-9, 2013.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE. p. 88, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

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

GRANGEIRO, L. C.; SOUTO, C. C.; SOUSA, V. F. L.; CARNEIRO, J. V.; SILVA, J. L. A.; SANTOS, J. P. Growth and accumulation of nutrients in organic jambu. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 2, p.: 287-291, 2018.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. AL. **Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea*): Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. EDUFRA, 1 ed., 2013, 135 p.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, S. A. L. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, no estado do Pará. **Amazônia: Ciência. & Desenvolvimento**, v. 6, n. 12, p. 125-141, 2011.

HOUNMENOU, G. V. L.; CANDIAN, J. S.; INOWE, M. A.; COLOMBARI, L. F., CARDOSO, A. I. I.; MAGRO, F. O.; Cabbage production in function of castor bean cake doses in top dressing. **Comunicata Scientiae**, v.12, e3453, 2021.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 70-77, 2011.

LANNA, N. B. L.; BARDIVIESSO, E. M.; TAVARES, A. E. B.; SILVA, P. N. L.; NAKADA-FREITAS, P. G.; NODA, S. B. H.; CARDOSO, A. I. I. Castor bean cake in top-dressing application as a source of nitrogen on the production and quality of zucchini organic seeds. **Bioscience Journal**, v.36, n1, p.130-142, 2020.

LANNA, N. B. L.; SILVA, P. N. L.; COLOMBARI, L. F.; FREITAS-NAKADA, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico na produtividade e acúmulo de macronutrientes em chicória. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 621-627, 2017.

LEE, Y.; KWEON, H. J.; PARK, M. Y.; LEE, D. Field Assessment of Macronutrients and Nitrogen in Apple Leaves Using a Chlorophyll Meter. **HortTechnology**, v. 29, n. 3, p. 300-307, 2019.

MAGRO, F. O.; ARRUDA, N.; CASA, J.; SALATA, A. D. C.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 596-602, 2010.

MAGRO, F. O.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Acúmulo de nutrientes em sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. **Revista Cultivando o Saber. Cascavel**, v.2, n.4, p.49-57, 2009.

MALAVOLTA E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 2006. 638 p

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MONSALVE, O. I.; GUTIÉRREZ, J. S.; CARDONA, W. A. Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicadas en meiendas orgánicas al suelo. **Revista Colombiana de Ciencias Horticolas**, v.11, p.200-209. 2017.

NASSER, M. D.; CARDOSO, A. I. I.; VIEITES, R. L.; NASSER, F. A. D. C. M.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; SANTOS, J. A. Compostos bioativos e caracterização físico-química da couve-de-folha sob composto orgânico, gessagem e doses de enxofre em cobertura. **Scientia Plena**, v. 16, n. 9, p. 1-10, 2020.

NORDI, N. T. **Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2021.

NORDI, N. T.; CARDOSO, A. I. I.; ALVES, T. N.; MORAES, V. P.; CARVALHO, J. R. Organic fertilization in top dressing in jambu production. **Comunicata Scientiae**, v.14. n.3827, p. 1-10, 2022.

OLIVEIRA, L. B. de.; ACCIOLY, A. M.A.; SANTOS, C. L. R. dos.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.157–164, 2014.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo/Piracicaba: Ceres, 1991. 343p.

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.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. (Boletim IAC, n. 100). p. 155-186.

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

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Doses de bokashi em cobertura na produção de beterraba. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 28-34, 2018.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 416-421, 2016.

SOUTO, G. C.; GRANGEIRO, L.C.; GUSMÃO, S. A. L.; SOUSA, V. F. L. CAVALCANTE, A. E. C.; FRANÇA, F. D. Agronomic performance of jambu (*Acmella oleraceae*) using organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 151-156, 2018.

SOUZA, R. B.; DE ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888 p.

TAVARES, A. E. B.; LANNA, N. D. B. L.; COLOMBARI, L. F.; DE SOUZA, E. P.; MARTINS, B. N. M.; CARDOSO, A. I. I. Nitrogen doses and splitting in top dressing in the production, quality, and macronutrients content in zucchini (*Cucurbita pepo*) seeds. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e328101018708-e328101018708, 2021.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análises de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573 p.

TROEH, F.R, THOMPSON L. M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Editora Andrei, 2007. 718p.

ZUFFO, A. M.; STEINER, F. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 4 ed. Editora Atena, 2018. 245 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhor desempenho agrônômico do jambu, para a maioria das características avaliadas tanto nos experimentos realizado na fazenda em São Manuel quanto no Produtor em Botucatu, foi a farinha de casco e chifre quando aplicada 100% em cobertura e possivelmente em doses maiores que $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, nas condições dos experimentos os resultados teriam sido mais satisfatórios. Com o adubo farinha de casco e chifre se obteve os maiores acúmulos de matéria seca e de macronutrientes.

Faz-se necessário pesquisa mais nesse seguimento, testando outros adubos orgânicos e doses, e em outras condições de ambiente. Pois de acordo com os resultados obtidos, estes possivelmente auxiliarão os produtores na escolha, dos adubos e doses a serem utilizadas, visando o aumento da produtividade e a redução de custos, tanto com mão de obra, quanto com insumos agrícolas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. C. **Modificações na composição da torta de mamona em função do armazenamento e do teor de umidade**. 2006. 57 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- ALMEIDA, L.G.; CANDIAN, J.S.; CARDOSO, A.I.I.; GRASSI FILHO, H. Nitrogen, phosphorus and potassium content of six biofertilizers used for fertigation in organic production system. **Comunicata Scientiae**, v.12, p. 3275-e3275, 2021.
- AZEVEDO, D. M. P. de.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 506 p.
- BARBOSA, A. F.; CARVALHOA M. G.; SIMITH, R. E.; SABAA-SRUR, A. U. O. Spilanthol: Occurrence, extraction, chemistry and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 1, p. 128-133, 2016.
- BOONEN J.; BAERT B.; ROCHE N.; BURVENICH C.; DE SPIEGELEER B. Transdermal behaviour of the N-alkylamide spilanthol (affinin) from *Spilanthus acmella* (Compositae) extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 127, n. 1, p. 77-84, 2010.
- BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; RUMY, G.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- BORGES, L. S.; VIEIRA, M. A. R.; MARQUES, M. O. M.; VIANELLO, F.; LIMA, GPP. Influence of organic and mineral soil fertilization on essential oil of *Spilanthus oleracea* cv. jambuarana. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, n. 3, p.135-142, 2012.
- BRANCO, R. B.; SANTOS, L. G. D. C.; GOTO, R., ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C. S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 75-80, 2010.
- BRASIL. Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 dezembro.2003. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.831.htm. Acesso em 10 dez.2020.
- CANDIAN, J. S. **Doses e épocas de aplicação de torta de mamona na produção, características físico-químicas e teores de macronutrientes em couve-flor sob manejo orgânico**. 2018. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2018.
- CARDOSO, A. I. I.; OLIVEIRA, J. B.; LANNA, N. B. L.; CANDIAN, J. S.; CASTRO, J. L. M. Fontes e parcelamentos da adubação orgânica em cobertura na produção de repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 22, p. 230-234, 2020.

CAVALLARO, M. L. J.; 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**, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas - a teoria da trofobiose. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 320 p.

CHAKRABORTY A.; DEVI B. R.; SANJEBAM R.; KHUMBONG S.; THOKCHOM I. S. Preliminary studies on local anesthetic and antipyretic activities of *Spilanthes acmella* Murr. in experimental animal models. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 42, n. 5, p. 277, 2010.

COSTA, S. S.; ARUMUGAMB, D.; GARIEPYB, Y., ROCHAA, S. C.; RAGHAVANB, V. *Spilanthol* extraction using microwave: calibration curve for gas chromatography. **Chemical Engineering**, v. 32, p. 1783-1788, 2013.

CRUZ, L. K. A.; RUFFINO, G. M.; PELVINE, R. A.; CARDOSO, A. I. I. Fontes de adubos orgânicos na produção de rúcula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.16, n.2, p.123-131, 2021.

DIAS A. M. A.; SANTOS P.; SEABRA I. J.; JUNIOR R. N. C.; BRAGA M. E. M.; SOUSA H. C. *Spilanthol* from *Spilanthes acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 62-70, 2012.

DUBEY, S.; MAITY, S.; SINGH, M.; SARAF, S. A.; SAHA, S. Phytochemistry, pharmacology and toxicology of *spilanthes acmella*: a review. Advances in pharmacological sciences. **Hindawi Publishing Corporation**, v. 2013, p. 1-9, 2013.

FARIAS, V.D.S.; SOLSA, G.T.; GUSMÃO, S.A.; SAMPAIO, I.M.G.; CASTRO, L.N. Teores de minerais em diferentes variedades de jambu conduzidas em solo e hidropônia NFT em Belém-Pará. **Horticultura Brasileira**, v, 29, n.2, p. 1658-S1664. 2010.

FERREIRA, S. M. M.; MUNIZ, C. C. S.; ANDRADE, F. L. N.; GOMES, R.F.; SANTOS, L. S. Jambu varieties performance under shading screens. **Revista Ceres**, v. 68, p. 390-395, 2021.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 5, n. 4, p. 85-93, 2013.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E. et al. **Manual de calagem e adubação do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013. 430p.

GAMA, R. T.; DE SOUZA GUIMARÃES, R.; DAMACENO, J. B. D.; CEDANO, J. C. C.; OLIVEIRA, M. F.; MORAIS, S. C. Doses de adubação orgânica e convencional

no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 2, p. 127-134, 2018.

GRANGEIRO, L. C.; SOUTO, G. C.; SOUSA, V. F. L.; CARNEIRO, J. V.; SILVA, J. L. A.; SANTOS, J. P. Growth and accumulation of nutrients in organic jambu. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 287-291, 2018.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. **Jambu da Amazônia (*Acmella oleracea*): Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico**. EDUFRA, 1 ed., 2013, 135 p.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MØLLER, I. S.; WHITE, P. Functions of macronutrients. In: HAWKESFORD, M. *et al.* In: **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, 2012. p. 135-189.

HIND, N.; BIGGS, N. *Acmella oleracea Compositae*. **Curtis's Botanical Magazine**, v. 20, n. 1, p. 31-39, 2003.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação. In: HOMMA, A. K. O. *et al.*; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, S. A. L. (Ed.). **Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, no estado do Pará**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 329-343.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A.; GUSMÃO, A. S. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. Amazônia. **Ciência & Desenvolvimento**. v.6, n.12, p. 125-141, 2011.

JANSEN, R. K. The systematics of *Acmella* (*Asteraceae-Heliantheae*). **Systematic Botany Monographs**, v.8. p. 1-115, 1985.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 70-77, 2011.

KARAZIJA, T.; COSIC, T.; LAZAREVIC, B.; HORVAT, T.; PETEK, M.; PALCIC, I. Effect of organic fertilizers on soil chemical properties on vineyard calcareous soil. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 80, n. 2, p. 79-84, 2015.

Kinupp, V.F.; Lorenzi, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014.

LABER, H. N-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/>. Acesso em 7 junho 2020.

LANNA, N. B. L.; SILVA, P. N. L.; COLOMBARI, L. F.; FREITAS-NAKADA, P. G.; CARDOSO, A. I. I. Doses de composto orgânico na produtividade e acúmulo de macronutrientes em chicória. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 621-627, 2017.

LANNA, N. B. L.; BARDIVIESSO, E. M.; TAVARES, A. E. B.; SILVA, P. N. L.; NAKADA-FREITAS, P. G.; NODA, S. B. H.; CARDOSO, A. I. I. Castor bean cake in top-dressing application as a source of nitrogen on the production and quality of zucchini organic seeds. **Bioscience Journal**, v.36, n1, p.130-142, 2020.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.

MORENO, S. C.; CARVALHO, G. A.; PICANÇO, M. C.; MORAIS, E. G. F.; PEREIRA, R. M. Bioactivity of compounds from *Acmella oleracea* against *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) and selectivity to two non-target species. **Pest Management Science**, v. 68, n. 3, p. 386-393, 2012.

NASCIMENTO, L. E. S.; ARRIOLA, N. D. A.; DA SILVA, L. A. L.; FAQUETI, L. G.; SANDJO, L. P.; DE ARAÚJO, C. E. S.; AMBONI, R. D. D. M. C. Phytochemical profile of different anatomical parts of jambu (*Acmella oleracea* (L.) RK Jansen): A comparison between hydroponic and conventional cultivation using PCA and cluster analysis. **Food Chemistry**, v. 332, p. 127-393, 2020.

NORDI, N. T.; CARDOSO, A. I. I.; ALVES, T. N.; MORAES, V. P.; CARVALHO, J. R. Organic fertilization in top dressing in jambu production. **Comunicata Scientiae**, v.14. n.3827, p. 1-10, 2022.

NORDI, N. T. **Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2021.

NOVOTNY, V. The danger of hypertrophic status of water supply impoundments resulting from excessive nutrient loads from agricultural and other sources. **Journal of Water Sustainability**, v. 1, p. 1-22, 2011.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

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

SAMINÊZ, T. C. O.; DIAS, R. P.; NOBRE, F. G. A.; MATTAR, R. G. H.; GONÇALVES, J. R. A. Princípios norteadores da produção orgânica de hortaliças. **Embrapa Hortaliças. Circular Técnica**, 2008.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n. 7, p. 829-837, 2015.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 20-26, 2004.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 416-421, 2016.

SOUTO, G. C.; GRANGEIRO, L. C.; GUSMÃO, S. A. L.; SOUSA, V. F. L. CAVALCANTE, A. E. C.; FRANÇA, F. D. Agronomic performance of jambu (*Acmella oleraceae*) using organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 151-156, 2018.

SOUZA, J. L., RESENDE, P.L. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 564 p.

SOUZA, R. B.; DE ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888 p.

TIWARI, K. L.; JADHAV, S. K.; JOSHI, V. An updated review on medicinal herb genus *Spilanthes*. **Zhong xi yi jie he xue bao= Journal of Chinese Integrative Medicine**, v. 9, n. 11, p. 1170-1178, 2011.

VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, F. R.; SCHILICKMANN, S. D. F.; POPPI, R. J. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n.4, p. 485-490, 2011.

VIANA, M. M. S.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C.; PEREIRA, S. M. F.; OLIVEIRA, D. B.; ASSIS, M. L. V. Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 504-509, 2015.

VIGNOLO, G. K.; ARAÚJO, V. F.; KUNDE, R. J.; SILVEIRA, C. A. P.; ANTUNES, L. E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1755-1761, 2011

VILLAS BÔAS, R. L. PASSOS, J. C.; FERNANDES, D. M.; BÜLL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegidos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 28- 34, 2004.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n.1, p. 14-20, 2014.

APÊNDICE A – *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen A: Área plantada (Fazenda Experimental de São Manuel); B: parte vegetativa do jambu; C: Inflorescências de jambu tubulosas hermafroditas e *Apis mellifera* coletando néctar; D: Sementes de jambu; E: área plantada (Estancia Três Nascentes- Botucatu).

