

NICHOLAS TABORDA NORDI

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
PLANTAS DE JAMBU**

Botucatu

2021

NICHOLAS TABORDA NORDI

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
PLANTAS DE JAMBU**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia - Horticultura

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio
Cardoso

Botucatu

2021

N832a

Nordi, Nicholas Taborda

Adubação orgânica na produção e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu / Nicholas Taborda Nordi. -- Botucatu, 2021
73 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

1. Macronutrientes. 2. Fontes de adubação. 3. Nitrogênio. 4.
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 DISSERTAÇÃO: ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU

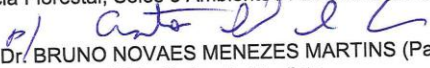
AUTOR: NICHOLAS TABORDA NORDI

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

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


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


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


Prof. Dr. BRUNO NOVAES MENEZES MARTINS (Participação Virtual)
/ Centro Universitário Sudoeste Paulista

Botucatu, 10 de junho de 2021

Aos meus pais,
Carlos, João e Nvia,
dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, pelos conhecimentos transmitidos, por todas as oportunidades, confiança, contribuição, incentivo e paciência.

À Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP), aos professores e funcionários do Programa de Mestrado em Horticultura pelo apoio para realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

À minha família por sempre estar ao meu lado, aos meus pais Nivia e Carlos por sempre incentivarem meus sonhos, serem compreensivos e exemplos para mim; ao meu pai João pela inspiração, exemplo, incentivo e apoio; às minhas irmãs Nicole e Nilessa por serem companheiras e alegrarem minha vida; à minha namorada, Taís Browne pelo companheirismo, paciência, amor e carinho.

Aos colegas de turma. Especialmente a Thatiane Nepomuceno pela parceria e amizade.

RESUMO

O jambu é uma planta herbácea, e seu uso popular como planta medicinal desperta o interesse de empresas, produtores e pesquisadores, que buscam validar cientificamente suas várias aplicações. A produção para comercialização normalmente é realizada em propriedades onde a agricultura é familiar, cujos produtores enfrentam diversos problemas técnicos que tornam a produção ineficiente, ocasionando baixas produtividades, com baixa padronização do produto final. Nos últimos anos, a prática da adubação orgânica no cultivo de hortaliças tem aumentado, porém, a substituição dos adubos inorgânicos pelos orgânicos pode levar à queda significativa de produção, ainda mais se as fontes utilizadas não forem as mais adequadas para a espécie. O conhecimento da quantidade de nutrientes que as plantas acumulam, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a remoção destes, necessário para as recomendações econômicas de adubação. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes fontes de adubação orgânica em cobertura na produtividade, massa da matéria seca, e acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) - UNESP e no sítio Zodíaco, situado no bairro Demétria, município de Botucatu, SP. Foram avaliados seis tratamentos, adubos em cobertura, sendo eles, ferticel®, provaso®, torta de mamona, bokashi, farinha de casco e chifre e uma testemunha sem cobertura, em cinco repetições, utilizando delineamento em blocos casualizados. Foram avaliadas a massa da matéria fresca da parte vegetativa (MFPV), das inflorescências (MFINF) e total (MFT), número de inflorescências (NINF), massa média por inflorescência, massa da matéria seca e acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa). Na parte aérea, a ordem decrescente do acúmulo dos nutrientes no sítio Zodíaco (g m^{-2}) foi: K (54,37) > N (27,2) > Ca (7,4) > Mg (5,9) > P (4,8) > S (4,6), enquanto na Fazenda São Manuel foi K (23,25) > N (11,4) > Ca (5,3) > P (3,5) > Mg (2,3) > S (1,7). Os resultados sugerem para as variáveis correspondentes a MFPV, MFINF, NINF, MFT e acúmulo de massa da matéria seca que a farinha de casco e chifre e a torta de mamona foram os adubos mais eficientes em ambos os cortes e localidades, evidenciando sua rápida liberação de nutrientes, sua importância como uma fonte

alternativa de adubação, possibilitando o maior desenvolvimento vegetal em culturas de ciclo curto como o jambu.

Palavras-chave: macronutrientes; fontes de adubação; nitrogênio; casco e chifre; torta de mamona.

ABSTRACT

Belonging to the Asteraceae family, and to the genus *Acmeilla*, the jambu is an herbaceous plant. The popular use of jambu as a medicinal plant arouses the interest of companies, producers and researchers, who seek to scientifically validate its various applications. Production for commercialization is usually carried out on properties where agriculture is family-owned, whose producers face several technical problems that make production inefficient, causing low productivity without any standardization of the final product. In recent years, the practice of organic fertilization in vegetable cultivation has increased, however, the substitution of inorganic fertilizers for organic ones can lead to a significant drop in production, even more if the sources used are not the most suitable for the crop and if the same is not handled correctly, a factor that, added to the new study initiatives, can help to increase productivity. The knowledge of the amount of nutrients that the plants accumulate, especially in the harvested part, is important to evaluate the removal of these, necessary for the economic recommendations of fertilization. With this, the objective of this research was to evaluate different sources of organic fertilizer in coverage in productivity, mass production of dry matter, and accumulation of macronutrients in jambu plants. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the School of Agriculture (FCA) - UNESP and on the Zodiac site, located in the Demétria neighborhood, municipality of Botucatu, SP. Six treatments were evaluated, covering fertilizers, namely ferticel[®], provaso[®], castor bean cake, bokashi, hull flour and horn and a witness without coverage, in five repetitions, using a randomized block design. The fresh mass of the vegetative part (MFPV), fresh mass of the inflorescences (MFINF), number of inflorescences (NINF), total fresh mass (MFT), average mass per inflorescence, dry matter mass and accumulation of macronutrients in the inflorescences were evaluated, vegetative part and aerial part (inflorescences + vegetative part). In the aerial part, the decreasing order of the accumulation of nutrients at the Zodiac site (g m^{-2}) was: K (54.37) > N (27.2) > Ca (7.4) > Mg (5.9) > P (4.8) > S (4.6), while at Fazenda São Manuel it was K (23.25) > N (11.4) > Ca (5.3) > P (3.5) > Mg (2.3) > S (1.7). The results suggest for the variables corresponding to MFPV, MFINF, NINF, MFT and accumulation of dry matter mass that the hull and horn and castor cake were the most efficient fertilizers in both cuts and locations, showing their

rapid release of nutrients, its importance as an alternative source of fertilization, enabling greater plant development in short cycle crops such as jambu.

Keywords: macronutrients; fertilization sources; nitrogen; hoof and horn; castor bean pie.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Quadro 1 - Análise de macronutrientes dos adubos utilizados	27
--	----

CAPÍTULO 2

Quadro 1 - Análise de macronutrientes dos adubos utilizados	50
--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Número de inflorescências (NINF), massa fresca da parte vegetativa (MFPV), massa fresca das inflorescências (MFINF), massa fresca total (MFT), massa média por inflorescência (MMI). Primeiro e segundo corte e produção total do jambu, sítio Zodíaco 30

Tabela 2 - Número de inflorescência (NINF), massa fresca da parte vegetativa (MFPV), massa fresca das inflorescências (MFINF), massa fresca total (MFT), massa média por inflorescência (MMI). Primeiro e segundo corte e produção total do jambu, Fazenda Experimental de São Manuel, fevereiro, 202032

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Acúmulo de massa da matéria seca e de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa) das plantas de jambu, cultivadas sob manejo orgânico, sítio Zodíaco53

Tabela 2 - Acúmulo de massa da matéria seca e de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa) das plantas de jambu, cultivadas sob manejo orgânico, São Manuel55

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	19
CAPÍTULO 1 – ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE JAMBU	22
1.1 INTRODUÇÃO	24
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
1.4 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38
CAPÍTULO 2 – ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU	44
2.1 INTRODUÇÃO	47
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	49
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
2.4 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE	73

INTRODUÇÃO GERAL

Acmella oleracea (L.) R. K. Jansen é uma espécie da Amazônia, encontrada principalmente da região do Pará (REVILLA, 2001), popularmente conhecida como jambu, agrião-do-pará, entre outros (POLTRONIERI et al., 2000).

O jambu apresenta flores pequenas e amareladas, dispostas em capítulos globosos isolados que medem cerca de 1cm de diâmetro (REVILLA, 2001; HIND e BIGGS, 2003). A literatura cita que a flor é considerada como sendo de autopolinização tipo cleistogâmica, quando o estilo cresce, ultrapassa as anteras e ao despontar no exterior, os estigmas já se encontram cheios de pólen (CARDOSO e GARCIA, 1997). A planta floresce durante todo o ano nos trópicos e durante o início do verão em regiões temperadas (HIND e BIGGS, 2003).

Em sua contribuição nutricional à dieta humana, o jambu pode ser considerado uma hortaliça hipocalórica, com elevados teores de proteínas e fibra alimentar. Sua principal recomendação é devido ao fornecimento de ferro à dieta. Apesar da presença de ferro, semelhante a outras hortaliças como couve e rúcula, a biodisponibilidade do mesmo ainda é discutida (AGUIAR et al., 2014).

A substância mais importante comercialmente presente no jambu é o espilantol, substância classificada quimicamente como uma alcanida (ou alquilamida) e pode ser encontrada no óleo essencial extraído do jambu (BORGES et al., 2012b). Sua maior ocorrência é observada nas inflorescências (HOMMA et al., 2015). Este composto ocorre naturalmente nas plantas, e tem seu potencial de expressão alterado durante o desenvolvimento do vegetal (TIWARI et al., 2011).

Além de ser muito utilizado culturalmente na preparação de pratos típicos, o cultivo do jambu também é focado no segmento industrial. As concentrações de espilantol na planta, bem como outros componentes, podem ser influenciados por diversos fatores, dos quais a adubação orgânica tem papel fundamental. Nos últimos anos, a utilização da adubação orgânica no cultivo de hortaliças tem aumentado, porém, a simples substituição dos adubos inorgânicos pelos orgânicos pode levar à queda significativa de rendimento, fator esse que, somado às novas iniciativas de estudos, podem auxiliar no aumento da produtividade (SEUFERT et al., 2012).

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

Existem várias recomendações de adubação orgânica para produção de hortaliças, entretanto, na definição de doses mais precisas e formas de parcelamento são necessárias informações como a análise do solo, histórico do local a ser adubado e tipo de adubo orgânico. Os nutrientes que estão na forma orgânica devem ser mineralizados para aproveitamento pela planta. Sua decomposição é lenta e os nutrientes são liberados aos poucos para as plantas. Por outro lado, contribuem para o acúmulo de matéria orgânica no solo (FINATTO et al., 2013).

As doses recomendadas de matéria orgânica situam-se, geralmente, entre 10 a 100 t ha⁻¹ de composto orgânico, porém doses mais elevadas não são incomuns. Contudo, estas doses variam muito com as culturas, com a qualidade e origem dos materiais empregados, com as características originais do solo, com o tempo de manejo e as condições ambientais (VILLAS-BOAS et al., 2004).

Segundo Souza e Alcântara (2008), o composto orgânico húmus de minhoca e a torta de mamona pré-fermentada estão entre os melhores fertilizantes orgânicos utilizados em hortaliças, sendo que a adubação deve ser realizada de forma adequada para se obter êxito, de modo a evitar excesso de nutrientes na solução do solo, especialmente quando se utilizam adubos orgânicos ricos em nitrogênio e fósforo, como é o caso da torta de mamona e do bokashi.

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

exportação do produto final, essencialmente importante para programas de adubação (SOUTO, 2016)

Borges et al. (2013) avaliaram o acúmulo de nutrientes pelo jambu em função da adubação. A adubação com esterco proporcionou maiores acúmulos de P, K, Ca, Mg e S nas folhas sendo respectivamente de 72,15; 689,28; 81,43; 32,09 e 51,03 mg planta⁻¹ e nas inflorescências, 71,98; 350,75; 31,64; 26,72 e 25,04 mg planta⁻¹, respectivamente. Em pesquisa de Souto (2016), utilizando composto e húmus de minhocas, foi encontrado, em kg ha⁻¹, 48,0, 8,3, 72,7, 41,6 e 20,53 de N, P, K, Ca, Mg. Já Grangeiro et al. (2018), utilizando composto orgânico e vermicomposto, a extração de nutrientes pela planta de jambu foi de 48,0, 8,3, 72,7, 41,6 e 20,53 kg ha⁻¹ para N, P, K, Ca, Mg respectivamente.

Quase toda produção de jambu é realizada sob manejo orgânico, sendo destinado essencialmente à produção industrial. No entanto, são raras as informações sobre a exigência nutricional e fontes de adubação para o jambu, principalmente, em cultivos orgânicos no estado de São Paulo.

CAPÍTULO 1

ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM COBERTURA NA PRODUÇÃO DE JAMBU

RESUMO

No estado de São Paulo, o jambu tem sido plantado visando a sua utilização industrial, sendo quase toda produção no sistema orgânico. No entanto, são poucos os trabalhos envolvendo a nutrição mineral e a adubação com adubos orgânicos no jambu, fazendo com que os agricultores utilizem recomendações de adubação para outras culturas folhosas semelhantes. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes fontes de adubos orgânicos em cobertura na produção de jambu sob manejo orgânico. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP e no sítio Zodíaco, situado no bairro Demétria, município de Botucatu, SP. Foram avaliados seis tratamentos, adubos em cobertura, sendo eles, ferticel®, provaso, torta de mamona, bokashi, farinha de casco e chifre e uma testemunha sem cobertura, em cinco repetições, utilizando delineamento em blocos casualizados. Foram avaliadas, em duas colheitas em cada local, a massa da matéria fresca da parte vegetativa (MFPV), das inflorescências (MFINF) e total (MFT), número de inflorescências (NINF) e massa média por inflorescência (MMI). Foram obtidos aumentos de 158 e 78%; 103 e 101%; 143 e 86%; 144 e 85%, na MFPV, MFINFL, NINFL e MFT, respectivamente, com a utilização da farinha de CC em comparação ao controle no Sítio Zodíaco e na Fazenda experimental de São Manuel. Os resultados sugerem que a farinha de casco e chifre e a torta de mamona foram os melhores adubos em ambos os cortes e localidades, evidenciando sua rápida liberação de nutrientes, possibilitando o maior desenvolvimento vegetal.

Palavras-chave: *Acmella oleracea*; massa fresca; torta de mamona; farinha de casco e chifre.

ORGANIC FERTILIZATION IN COVERAGE IN JAMBU PRODUCTION

ABSTRACT

In the state of São Paulo, jambu has been planted for industrial use, with almost all production in the organic system. However, there are few studies involving mineral nutrition and fertilization with organic compounds in jambu, causing farmers to use fertilization recommendations for other similar leafy crops. Thus, the objective of this research was to evaluate different sources of organic fertilizers in cover in the production of jambu under organic management. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the School of Agriculture (FCA) - UNESP and on the Zodiac site, located in the Demétria neighborhood, municipality of Botucatu, SP. Six treatments were evaluated, covering fertilizers, namely ferticel[®], provaso[®], castor bean cake, bokashi, hull flour and horn and a witness without coverage, in five repetitions, using a randomized block design. The fresh mass of the vegetative part (MFPV), fresh mass of the inflorescences (MFINF), number of inflorescences (NINF), total fresh mass (MFT) and average mass per inflorescence (MMI) were evaluated in two harvests at each location. Increases of 158, 78% were obtained; 103, 101%; 143, 86% and 144, 85%, at MFPV, MFINFL, NINFL and MFT respectively, with the use of CC flour compared to the control at Sítio Zodiáco and at the experimental farm in São Manuel. The results suggest for the corresponding variables that the hull and horn and castor cake were the most efficient fertilizers in both cuts and locations, showing their rapid release of nutrients, enabling greater plant development.

Keywords: *Acmella oleracea*; fresh mass; castor bean pie; hoof and horn flour.

1.1 INTRODUÇÃO

Jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen), conhecido também pelos nomes de agrião do Pará, agrião bravo, jambuaçú entre outros, é uma hortaliça herbácea perene pertencente à família das Asteráceas, que ocorre majoritariamente no norte do Brasil (BORGES et al., 2012a). O uso popular dessa herbácea como planta medicinal desperta o interesse de empresas, produtores e pesquisadores, que buscam validar cientificamente suas aplicações. Pesquisas relatam seu efeito analgésico (TIWARI et al., 2011; DIAS et al., 2012; SHARMA et al., 2012), anti-inflamatório (DIAS et al., 2012), antioxidante (ABEYSINGHE et al., 2014) e inseticida (BENELLI et al., 2019). Na área da cosmética, pode ser utilizado em substituição ao botox, como creme antirrugas (BARBOSA et al., 2016).

A principal substância presente no jambu é o espilantol, substância classificada quimicamente como uma alquilamida e pode ser encontrada no óleo essencial extraído do jambu (BORGES et al., 2012b). Sua maior ocorrência é observada nas inflorescências (DUBEY et al., 2013).

No estado de São Paulo, o jambu tem sido plantado visando a sua utilização industrial, sendo quase toda produção no sistema orgânico (NIKITIN et al., 2018). A prática de adubar de forma orgânica vem com o propósito de melhorar as estruturas físicas, biológicas e químicas do solo (QUIROZ e FLORES, 2019). São poucos os trabalhos envolvendo a adubação orgânica em jambu, fazendo com que os agricultores utilizem recomendações de adubação para outras culturas folhosas semelhantes e fontes de adubos inadequadas para a cultura (PEÇANHA, 2017). Sendo assim, tornam-se necessárias pesquisas com fontes de adubos orgânicos para a cultura do jambu, afim de se obter maiores produtividades, tanto de biomassa como de inflorescências e maior qualidade do produto final (RODRIGUES et al., 2014).

Os resíduos orgânicos advindos do processamento e abate de bovinos, comercializados na forma de farinha de casco e chifres são fontes alternativas fornecedoras de nutrientes para as plantas, observado em cultivos orgânicos, tendo papel fundamental no aumento da produção de plantas hortícolas, como visto em tomate e rúcula (CAVALLARO JUNIOR, 2009).

Produtos obtidos através de transformações biológicas também são utilizados, resultante do processo de compostagem aeróbica da matéria orgânica (resíduos animais e vegetais), o fertilizante Orgânico classe A, da marca provaso, vem sendo muito utilizado na adubação e principalmente na produção de mudas de plantas hortícolas, como visto na cultura do mamoeiro (PAIXÃO et al., 2020), physalis (OLIVEIRA et al., 2020) e manjerição (ALVES et al., 2021).

O Fertilizante Orgânico Simples Classe A da empresa ferticel, tem demonstrado resultados satisfatórios quando comparado a outros adubos orgânicos, no entanto, pesquisas envolvendo o fertilizante ainda são escassas. Relatos de aumento de produtividade são encontrados em pimentão (PIVOTO e GODOI, 2009), morangueiro (PIVOTO e MARTELLETO., 2015) e alface (FERREIRA et al., 2019).

A torta de mamona é um resíduo industrial, porém, pode ser considerada subproduto da produção do biodiesel. Apresenta grande potencial de uso como fertilizante orgânico e condicionador de solo, além de outras aplicações (SILVA et al., 2012).

Dentre todos os adubos utilizados para produção orgânica, os fermentados e enriquecidos com microrganismos estão dentre os mais produzidos pelos produtores orgânicos. Rico em nitrogênio, fósforo e potássio, o bokashi é um adubo orgânico concentrado resultante da compostagem em que se utilizam microrganismos eficientes (HIKAMAH et al., 2019). É uma técnica que foi desenvolvida no Japão, trazida para o Brasil em meados da década de 80, em que se utilizam farelos, misturados de forma balanceada com materiais de origem vegetal e/ou animal e mineral que sofrem fermentação, sendo muito utilizado na agricultura natural e orgânica (CURI et al., 2017).

Para a maioria das hortaliças folhosas o nitrogênio é o nutriente mais absorvido e acumulado e, geralmente, a recomendação é que se parcele a sua aplicação, colocando-se parte da quantidade total necessária após o plantio em adubação de cobertura. Porém, são poucos os estudos com adubação orgânica em cobertura (SILVA et al., 2016; 2018; CARDOSO et al., 2020) e os produtores acabam por utilizar diferentes adubos orgânicos feitos na propriedade ou comprados de empresas certificadas sem saber qual a melhor opção.

Por isto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar diferentes fontes de adubos orgânicos em cobertura na produção do jambu sob manejo orgânico.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

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

Antes da instalação dos experimentos foram realizadas coletas de solo nas duas localidades para análise química. As amostras de solo foram obtidas a partir de 15 sub-amostras, retiradas das áreas experimentais na profundidade de 0-20 cm. Para o sítio Zodíaco foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 4,5$; $\text{M.O.} = 19 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 29 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 49 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 41 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{S} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,22 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 5,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 31 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 2,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 0,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Para a fazenda de São Manuel foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,8$; $\text{M.O.} = 13 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 190 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 0$; $\text{H+Al} = 11$; $\text{K} = 3,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 22 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 67 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{S} = 5 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,22 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 47 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 5,8 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 18,2 \text{ mg dm}^{-3}$.

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

Foram avaliados cinco tratamentos, correspondentes aos adubos que são normalmente utilizados em cobertura pelos produtores locais, sendo eles: ferticel® (Fertilizante Orgânico Simples Classe A), provaso® (Fertilizante Orgânico Classe A), torta de mamona (Nutrisafra®), bokashi (Nutrisafra®), farinha de casco e chifre e um controle sem adubação em cobertura. Todas as parcelas foram adubadas em pré-

plantio apenas com esterco aviário, inclusive o controle. Em cobertura, a adubação foi realizada de acordo com o teor de nitrogênio encontrado nas análises dos adubos orgânicos (Quadro 1), seguindo a recomendação de 50 Kg de N ha⁻¹ proposta por Trani et al. (2014). Sendo assim, por metro quadrado, foram aplicados em cada adubação em cobertura 320,5 g de ferticel, 1420 g de provaso, 116 g de torta de mamona, 210 g de bokashi e 34,2 g de farinha de casco e chifre, de acordo com os tratamentos. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco repetições de 20 covas por parcela, sendo avaliadas as 4 covas centrais, consideradas como parcela útil.

Quadro 1 – Análise de macronutrientes dos adubos utilizados

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

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

Na fazenda experimental de São Manuel, as mudas utilizadas foram feitas no viveiro da FCA, em Botucatu, SP, de forma semelhante as que foram feitas para a instalação do experimento no produtor. A semeadura foi realizada no dia 11 de outubro de 2019. Em seguida, foram transplantadas em canteiros, no dia 2 de dezembro de 2019. A primeira adubação em cobertura foi feita no dia 15 de dezembro de 2019 e o primeiro corte/colheita no dia 5 de fevereiro de 2020. A segunda adubação em cobertura foi feita no dia 7 de fevereiro de 2020 e o segundo corte/colheita no dia 26 de março de 2020.

Para ambas as localidades, a irrigação adotada foi por aspersão, realizada diariamente durante todo o ciclo de cultivo, com lâmina média de 6 mm de água por dia em que não chovia. O controle de plantas invasoras foi realizado através de capinas manuais.

Nas duas áreas, as mudas foram transplantadas em canteiros (1,0 m de largura e 0,2 m de altura) no espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre covas, totalizando 20 covas m².

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

Em cada colheita avaliaram-se as seguintes características relacionadas a produção de quatro covas localizadas na parte central das parcelas: massa da matéria fresca da parte vegetativa (MFPV): avaliada com balança digital de precisão de 0,01 g, onde pesou-se toda parte vegetativa (caule e folhas); massa da matéria fresca das inflorescências (MFINF): avaliada com balança digital de precisão de 0,01 g, onde pesaram-se todas as inflorescências; massa fresca total (MFT): massa fresca da parte vegetativa somada a massa fresca das inflorescências; número de inflorescências (NINF): avaliada por contagem das inflorescências colhidas na parcela. Todas as características foram analisadas estimando-se o valor por m². Também foram calculadas a massa média por inflorescência (MFINFL/NINF) e a

produção total (soma das MFPV, MFINF, MFT e NINF da primeira e da segunda colheita).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o software estatístico Agroestat (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das características de produção realizadas no sítio Zodíaco (Tabela 1) e São Manuel (Tabela 2) mostram que houve diferença significativa nos dois cortes para quase todas as características.

Na pesquisa realizada no sítio Zodíaco, o tratamento com o adubo farinha de casco e chifre foi superior a quase todos os tratamentos, com exceção à torta de mamona, para o número de inflorescências por m^2 , tanto no primeiro como no segundo corte (Tabela 1). No primeiro corte apenas os tratamentos com farinha de casco e chifre e torta de mamona foram superiores ao controle sem adubação em cobertura, sendo que os valores variaram de 1069 (controle) a 2534 (farinha de casco e chifre) inflorescências por m^2 . Por outro lado, no segundo corte, todos os tratamentos foram superiores ao controle, sendo que os valores variaram de 584 (controle) a 1488 (farinha de casco e chifre) inflorescências por m^2 . Na soma dos dois cortes, o tratamento com farinha de casco e chifre foi superior a todos os outros e os tratamentos com ferticel, bokashi e torta de mamona não se diferiram do controle.

Em relação à massa fresca das inflorescências (MFINF), no sítio Zodíaco todos os tratamentos diferiram do controle sem adubação em cobertura tanto no primeiro, como no segundo corte e no total dos dois cortes (Tabela 1). No primeiro corte e no total o tratamento com farinha de casco e chifre foi superior a todos os outros tratamentos, seguido do tratamento com torta de mamona, enquanto no segundo corte o tratamento com farinha de casco e chifre só não foi superior ao tratamento com torta de mamona (Tabela 1). Os valores variaram de 0,88 (controle) a 1,54 (farinha de casco e chifre) $kg\ m^{-2}$ no primeiro corte; de 0,30 (controle) a 0,85 (farinha de casco e chifre) $kg\ m^{-2}$ no segundo corte; e de 1,18 (controle) a 2,40 (farinha de casco e chifre) $kg\ m^{-2}$ no total. As diferenças na MFINF foram devido as diferenças no número de inflorescências,

visto que não houve diferença na massa média de cada inflorescência tanto no primeiro, como no segundo corte, com médias de 0,80 g e 0,52 g por inflorescência, respectivamente.

Tabela 1 - Número de inflorescências (NINF), massa fresca da parte vegetativa (MFPV), massa fresca das inflorescências (MFINF), massa fresca total (MFT), massa média por inflorescência (MMI). Primeiro e segundo corte e produção total do jambu, sítio Zodíaco

Tratamentos	NINF	MFPV	MFINF	MFT	MMI
	(unidades m ⁻²)		Kg m ⁻²		g
1º corte					
Controle	1069 c	1,99 e	0,88 d	2,88 e	0,83 a
Torta de mamona	1875 ab	3,67 b	1,37 b	5,05 b	0,76 a
Bokashi	1316 bc	2,87 c	1,06 c	3,93 c	0,81 a
Provaso	1275 bc	2,43 d	1,09 c	3,53 d	0,93 a
Ferticel	1169 c	2,52 d	1,02 c	3,54 d	0,88 a
Casco e chifre	2534 a	4,44 a	1,54 a	5,99 a	0,61 a
CV%	19,2	2,3	4,5	2,5	18,4
2º corte					
Controle	584 d	1,41 c	0,30 c	1,71 c	0,51 a
Torta de mamona	1311 ab	3,82 a	0,72 ab	4,55 a	0,55 a
Bokashi	1201 bc	3,05 b	0,53 b	3,58 b	0,44 a
Provaso	1021 c	2,64 b	0,60 b	3,25 b	0,59 a
Ferticel	1188 bc	2,67 b	0,59 b	3,26 b	0,49 a
Casco e chifre	1488 a	4,39 a	0,85 a	5,24 a	0,57 a
CV%	7	10,3	15,2	9	17,4
Total					
Controle	1652 d	3,41 e	1,18 d	4,60 d	0,72 a
Torta de mamona	3186 b	7,50 b	2,10 b	9,60 b	0,66 a
Bokashi	2517 c	5,92 c	1,59 c	7,52 c	0,63 a
Provaso	2296 cd	5,08 d	1,70 c	6,78 c	0,76 a
Ferticel	2357 c	5,19 d	1,61 c	6,81 c	0,68 a
Casco e chifre	4022 a	8,83 a	2,40 a	11,24 a	0,59 a
CV%	10,70%	5,10%	6,10%	4,50%	12,50%

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, para cada corte, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a massa fresca da parte vegetativa, no sítio Zodíaco todos os tratamentos diferiram do controle sem adubação em cobertura tanto no primeiro, como no segundo corte e no total (Tabela 1). No primeiro corte e no total o tratamento com farinha de casco e chifre foi superior a todos os outros tratamentos, seguido do

tratamento com torta de mamona, enquanto no segundo corte o tratamento com farinha de casco e chifre só não foi superior a torta de mamona. Os valores variaram de 1,99 (controle) a 4,44 (farinha de casco e chifre) kg m^{-2} no primeiro corte, de 1,41 (controle) a 4,39 (farinha de casco e chifre) kg m^{-2} no segundo corte e de 3,41 (controle) a 8,83 kg m^{-2} no total (Tabela 1).

Para a massa fresca total (parte vegetativa + inflorescências), no sítio Zodíaco todos os tratamentos foram superiores ao controle sem adubação em cobertura tanto no primeiro, como no segundo corte e na soma destes (Tabela 1). No primeiro corte, o tratamento com o adubo farinha de casco e chifre foi superior a todos os demais, seguido da torta de mamona e depois o bokashi, enquanto no segundo corte os tratamentos com o adubo farinha de casco e chifre e com torta de mamona não diferiram entre si e foram superiores aos demais e no total a farinha de casco e chifre foi superior aos demais, seguido da torta de mamona enquanto os demais (bokashi, ferticel e provaso) não diferiram entre si. Os valores variaram de 2,88 (controle) a 5,99 (farinha de casco e chifre) kg m^{-2} , de 1,71 (controle) a 5,24 (farinha de casco e chifre) kg m^{-2} e de 4,60 (controle) a 11,24 (farinha de casco e chifre) kg m^{-2} , no primeiro, segundo corte e total, respectivamente (Tabela 1).

Na fazenda Experimental de São Manuel, o tratamento com utilização do adubo farinha de casco e chifre se destacou, obtendo-se maior número de inflorescências por m^2 , superior a quase todos os outros tratamentos no primeiro corte, exceto ao tratamento com torta de mamona e superior a todos os tratamentos no segundo corte e na soma dos dois cortes (Tabela 2). Neste local, para esta característica, apenas a aplicação do adubo farinha de casco e chifre foi superior ao controle sem adubação em cobertura. Os valores variaram de 650 (controle) a 1010 (farinha de casco e chifre) inflorescências por m^2 no primeiro corte, de 470 (controle) a 1076 (farinha de casco e chifre) inflorescências por m^2 no segundo corte e de 1120 (controle) a 2086 (farinha de casco e chifre) inflorescências por m^2 no total (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de inflorescência (NINF), massa fresca da parte vegetativa (MFPV), massa fresca das inflorescências (MFINF), massa fresca total (MFT), massa média por inflorescência (MMI). Primeiro e segundo corte e produção total do jambu, Fazenda Experimental de São Manuel, fevereiro, 2020

Tratamentos	NINF	MFPV	MFINF	MFT	MMI
	(unidades m ⁻²)		Kg m ⁻²		g
1º corte					
Controle	650 b	1,51 d	0,65 d	2,15 e	1,03 a
Torta de mamona	769 b	2,00 a	0,86 b	2,86 b	1,12 a
Bokashi	796 ab	1,98 ab	0,78 bc	2,77 bc	1,00 a
Provaso	750 b	1,79 c	0,72 cd	2,51 d	0,96 a
Ferticel	766 b	1,84 bc	0,71 cd	2,56 cd	0,94 a
Casco e chifre	1010 a	2,12 a	1,00 a	3,13 a	1,00 a
CV%	13,02	3,6	7,2	3,4	13,4
2º corte					
Controle	470 b	0,68 bc	0,26 c	0,94 c	0,55 ab
Torta de mamona	675 b	0,98 b	0,44 b	1,43 b	0,67 ab
Bokashi	501 b	0,61 c	0,28 bc	0,90 c	0,58 ab
Provaso	656 b	0,72 bc	0,31 bc	1,03 bc	0,48 b
Ferticel	711 b	0,94 bc	0,43 bc	1,37 bc	0,61 ab
Casco e chifre	1076 a	1,79 a	0,82 a	2,61 a	0,79 a
CV%	20,6	15,2	18	15	21,2
Total					
Controle	1120 b	2,19 d	0,91 d	3,10 d	0,82 a
Torta de mamona	1443 b	2,99 b	1,30 b	4,29 b	0,91 a
Bokashi	1297 b	2,60 c	1,07 cd	3,67 c	0,83 a
Provaso	1406 b	2,51 cd	1,03 cd	3,54 cd	0,73 a
Ferticel	1477 b	2,78 bc	1,15 bc	3,94 bc	0,77 a
Casco e chifre	2086 a	3,92 a	1,83 a	5,74 a	0,89 a
CV%	11,80%	5,40%	7,20%	5,40%	13,50%

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, para cada corte, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Fazenda Experimental de São Manuel, o tratamento com o adubo farinha de casco e chifre foi superior aos demais tratamentos para a massa fresca das inflorescências nos dois cortes e na soma destes (Tabela 2). No primeiro corte apenas os tratamentos com os adubos farinha de casco e chifre, torta de mamona e bokashi foram superiores ao controle, enquanto no segundo corte apenas os tratamentos com farinha de casco e chifre e torta de mamona foram superiores ao controle e no total apenas o provaso e bokashi não diferiram do controle (Tabela 2). Os valores variaram

de 0,65 (controle) a 1,00 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no primeiro corte, de 0,26 (controle) a 0,82 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no segundo corte e de 0,91 (controle) a 1,83 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no total.

Borges et al. (2014) obtiveram 1,4 kg m⁻² de massa fresca de inflorescências em um corte de jambu utilizando esterco de curral no plantio e torta de mamona em cobertura, ou seja, valor numericamente superior a maioria dos tratamentos desta pesquisa, exceto o tratamento com o adubo farinha de casco e chifre no sítio Zodíaco, onde obteve-se 1,5 kg m⁻² no primeiro corte (Tabela 1).

O aumento tanto para número como para a massa fresca das inflorescências em São Manuel com a utilização do adubo farinha de casco e chifre em relação ao controle sem adubação em cobertura foi de 55 e 56% no primeiro corte, de 128% e 215% no segundo corte e de 86 e 101% no total, respectivamente. No sítio Zodíaco, os aumentos observados com a utilização do adubo farinha de casco e chifre em relação ao controle sem adubação em cobertura foram de 137% e 76% no primeiro corte, de 154% e 184% no segundo corte e de 143 e 103% no total para número, massa fresca das inflorescências e total, respectivamente. Estes aumentos expressivos mostram a vantagem deste tratamento, principalmente porque são as inflorescências a parte da planta mais valorizada pelas indústrias farmacêutica e cosmética na cultura do jambu, por possuírem maior teor de espilantol (DUBEY et al., 2013). Oliveira e Innecco (2015) observaram que houve um ponto de máxima produção de biomassa dos capítulos florais na dose de 4 Kg m⁻² de composto orgânico com redução na massa tanto de matéria fresca quanto da matéria seca após essa quantidade.

Quanto a massa média por inflorescência, na Fazenda São Manuel, não houve diferença entre os tratamentos no primeiro corte e no total, enquanto que no segundo corte o tratamento com o adubo farinha de casco e chifre teve inflorescências mais pesadas comparado ao ferticel, porém todos os tratamentos não diferiram do controle no primeiro e no segundo corte, assim como na soma destes (Tabela 2). Pela ausência de diferença estatística de todos os tratamentos em relação ao controle tanto no sítio Zodíaco (Tabela 1) como na Fazenda Experimental São Manuel (Tabela 2), pode-se afirmar que a massa de cada inflorescência praticamente não é afetada pela fonte de adubação em cobertura, ao contrário do número de inflorescências.

Na Fazenda Experimental de São Manuel, todos os adubos foram superiores em relação ao controle para a variável massa fresca da parte vegetativa no primeiro corte, sendo que os adubos farinha de casco e chifre, torta de mamona e bokashi foram superiores também em relação ao provaso. Contudo, no segundo corte, apenas o tratamento com farinha de casco e chifre foi superior ao controle. Na soma dos dois cortes, o tratamento com farinha de casco e chifre foi superior aos demais, seguido da torta de mamona, sendo que apenas o tratamento com provaso não diferiu do controle (Tabela 2). Os valores variaram de 1,51 (controle) a 2,12 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no primeiro corte, de 0,68 (controle) a 1,79 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no segundo corte e de 2,19 (controle) a 3,92 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no total.

Em relação a massa fresca total (parte vegetativa + inflorescências), em São Manuel, todos os tratamentos foram superiores ao controle sem adubação em cobertura no primeiro corte, com destaque para o adubo farinha de casco e chifre. No segundo corte, apenas os tratamentos com farinha de casco e chifre e torta de mamona diferiram do controle, enquanto no total dos dois cortes, apenas o provaso não diferiu do controle. Os valores variaram de 2,15 (controle) a 3,13 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no primeiro corte, de 0,94 (controle) a 2,61 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² no segundo corte e de 3,10 (controle) a 5,74 (farinha de casco e chifre) kg m⁻² na soma destes cortes (Tabela 2).

Diversos autores relataram aumento da massa fresca de hortaliças em decorrência da adição de adubos orgânicos como em alface (SANTI, 2013), escarola (LANNA et al., 2017), couve flor (CANDIAN, 2018), rúcula (SOLINO et al., 2010) e repolho (CARDOSO et al., 2020). Esse aumento ocorre devido ao adubo orgânico ser responsável por promover a proteção do solo, nutrição dos microrganismos que mobilizam nutrientes, que ficam disponíveis às plantas, formação de agregados do solo (condicionador de estrutura), consequentemente a redução da densidade aparente, promovendo a entrada de água, ar, e na retenção de água suficiente, ou seja, água disponível na capacidade de campo (PRIMAVESI, 2016). Essas contribuições são fundamentais para o potencial produtivo dos solos, principalmente de ambientes tropicais e subtropicais (DINIZ FILHO et al., 2007).

O adubo farinha de casco e chifre demonstrou ser um excelente adubo para o jambu, que é uma hortaliça de ciclo curto, pois resultou na maior produção, tanto da

parte vegetativa como das inflorescências, provavelmente, segundo Laber (2003), devido ao fato deste adubo ser considerado como um dos adubos orgânicos mais eficientes para a liberação de nutrientes, principalmente nitrogênio. Também Almeida (2017) e Almeida et al. (2021) relataram ser este adubo mais eficiente na liberação de nitrogênio em comparação a outros adubos orgânicos, tais como farinha de ossos, farinha de sangue e torta de mamona. De acordo com esta autora, a torta de mamona foi o segundo adubo orgânico testado mais eficiente na liberação de nitrogênio, semelhante ao observado na presente pesquisa.

De acordo com Severino et al. (2004), a torta de mamona é um material com elevada atividade microbiana e a sua decomposição é muito rápida e os nutrientes são mais rapidamente liberados e aproveitados pelas plantas. Alguns estudos já demonstraram o efeito benéfico da utilização da torta de mamona, tanto na adubação de plantio como em cobertura, na produção de alface (SOUZA et al., 2008), beterraba (SILVA et al., 2016), couve-flor (CANDIAN, 2018), abobrinha (LANNA et al., 2017) e repolho (CARDOSO et al., 2020).

Apesar da dose de N ter sido a mesma (50 kg ha^{-1}), a velocidade de liberação de nutrientes pelos adubos orgânicos é diferente. Além disto, estes dois adubos (farinha de casco e chifre e torta de mamona), por serem mais concentrados em N (Quadro 1), foram adicionadas em menor quantidade, $34,2$ e 116 g m^{-2} , respectivamente. Portanto, o potencial de fornecimento de outros nutrientes é menor, o que ajuda a validar a hipótese de que os melhores resultados obtidos com estes adubos estejam relacionados a velocidade de liberação dos nutrientes e não a maior quantidade de nutrientes a serem mineralizados.

Pela característica dos adubos a base de farinha de casco e chifre e torta de mamona liberarem nitrogênio de forma eficaz, houve acréscimo na produção de biomassa. Normalmente, plantas que não são adubadas em cobertura, apresentam caules finos e fibrosos devido ao excesso de carboidratos que não são usados na síntese de aminoácidos e outros compostos nitrogenados que poderiam compor as inflorescências (TAIZ et al., 2013), porém, nessa pesquisa não foi observada deficiência de nutrientes nas plantas estudadas. Esses adubos vêm com o propósito de melhorar as estruturas físicas, biológicas e químicas do solo, e isso, para algumas espécies, está intimamente ligado a produção de biomassa.

O bokashi foi o terceiro melhor adubo testado considerando-se a produção de inflorescências que é o material mais valorizado na planta quando o objetivo é a indústria farmacêutica (RODRIGUES et al., 2014). Este adubo tem a importante função de estimular o aumento de microrganismos que vivem no solo e estes microrganismos decompõem a matéria orgânica disponibilizando nutrientes para as plantas, tendo melhor efeito se incorporado ao solo. Apesar de ter sido incorporado ao solo após a aplicação, esta incorporação não foi muito profunda para não ferir as raízes das plantas e isto pode ter diminuído a eficiência não só do bokashi como dos demais adubos utilizados em cobertura. A importância da incorporação dos adubos orgânicos para que possa haver maior ação pelos microrganismos do solo e, conseqüentemente, maior e mais rápida liberação dos nutrientes para as plantas foi ressaltada por Monsalve et al. (2017) em revisão bibliográfica sobre a utilização de adubos orgânicos na produção de espécies hortícolas.

O jambu é uma cultura de ciclo curto, e, pelo fato do adubo a base de farinha de casco e chifre e a torta de mamona liberarem nitrogênio de forma muito eficiente, fez deles as melhores opções. Rodrigues et al. (2014) relataram aumento linear de massa fresca das plantas de jambu à medida que se aumentou a adubação com nitrogênio. Em hortaliças folhosas, o fornecimento adequado de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo, atuando na expansão foliar, aumentando o tecido fotossintético e conseqüentemente o potencial produtivo (FILGUEIRA, 2003). O nitrogênio está intimamente ligado a constituição de estruturas celulares do vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (TAIZ et al., 2013). Além disto, o nitrogênio possui correlação direta na biossíntese da clorofila (LEE et al., 2019), tal relação reflete diretamente no acúmulo de massa da matéria seca das plantas, uma vez que a clorofila possui envolvimento direto com fotossíntese (TAIZ et al., 2017). Talvez doses maiores destes adubos pudessem resultar em aumento ainda maior da produção por poderem liberar maior quantidade de nutrientes. Utilizando torta de mamona e bokashi, Silva et al. (2016; 2018) relataram aumento linear na massa fresca e seca de beterraba quanto maior a dose destes adubos.

Trabalhos com adubação de cobertura orgânica são raros e os resultados obtidos no presente estudo auxiliam na tomada de decisão de qual fonte utilizar, visando aumento na produtividade, beneficiando tanto os produtores orgânicos, como produtores convencionais que buscam a revitalização dos solos.

1.4 CONCLUSÃO

O melhor desempenho agronômico do jambu foi obtido através da aplicação dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona, sendo estes, as melhores opções dentre as utilizadas pelos produtores da região de Botucatu-SP.

REFERÊNCIAS

ABEYSINGHE, D. C.; WIJERATHNE, S. M. N. K.; DHARMADASA, R. M. Secondary metabolites contents and antioxidant capacities of *Acmella oleraceae* grown under different growing systems. **World Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 4, p. 163-167, 2014.

ALMEIDA, L. G. **Nutrição do tomateiro cultivado em sistema orgânico com a aplicação de biofertilizantes através da fertirrigação**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu, 2017.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ALVES, T. N.; CARVALHO, B. L.; GUEDES, P. T. P.; NORDI, N. T.; AIRES, E. S.; OLIVEIRA, M. M. V.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Production of basil (*Ocimum basilicum* L.) seedlings under different substrates. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e58210212867, 2021.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BARBOSA, A. F.; CARVALHO, M. G.; SIMITH, R. E. Spilanthal: Occurrence, extraction, chemistry and biological activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 1, p. 128-133, 2016.

BENELLI, G.; PAVELA, R.; DRENAGGI, E. MAGGI, F. Eficácia inseticida do óleo essencial de jambu (*Acmella oleracea* (L.) RK Jansen) cultivado no centro da Itália contra mosquitos vetores da filariose, moscas domésticas e pragas de traças. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 229, p. 1-39, 2019.

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.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Comparação de cultivares de jambu influenciada pela adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 2261-2267. 2012a.

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, 2012b.

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.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L.; TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NETO, J. K.; TIVELLI, S. W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009.

CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. **Pedologia: solos dos biomas brasileiros**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017.

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.

DINIZ FILHO, E. T.; MESQUITA, L. X.; OLIVEIRA, A. M.; NUNES, C. G. F.; LIRA, J. F. B. A prática da compostagem no manejo sustentável de solos. **Revista Verde**, v. 2, n. 2, p. 27-36, 2007.

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

FERREIRA, L. O. et al. Eficiência de diferentes tipos de adubação na cultura da alface roxa lisa. **Anais do SEPE**, v. 9, n. 1, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

HIKAMAH, S. R.; SUDIARTI, D.; HASBIYATI, H. The effectiveness of bokashi against growth of mustard *Brassica juncea* L., *Brassica rapa* L. Pokcay and Maize *Zea mays* L. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 243, p. 1-8, 2019.

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 dez 2019.

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.; LEE, D. Field Assessment of Macronutrients and Nitrogen in Apple Leaves Using a Chlorophyll Meter. **HortTechnology**, v. 1, n. 3, p. 1-8, 2019.

MONSALVE, C. I.; GUTIERREZ, J. S.; CARDONA, W. A. Factors involved in the process of nitrogen mineralization when organic amendments are added to a soil. A review. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 11, n. 1, p. 200-209, 2017.

NIKITIN, A. N.; CHESHYK, I. A.; GUTSEVA, G. Z.; TANKEVICH, E. A.; SHINTANI, M.; OKUMOTO, S. Impact of effective microorganisms on the transfer of radioactive cesium into lettuce and barley biomass. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 192, p. 491- 497, 2018.

OLIVEIRA, M. A. S.; INNECCO, R. Produção de biomassa de inflorescências em função de espaçamentos e adubação orgânica com jumbu (*Acmella oleracea* – Asteraceae). **Essentia**, v. 16, n. especial, p. 1-11, 2015.

OLIVEIRA, J. R.; SANTANA, W. R.; ALTOÉ, J. A.; SOUZA, J. M.; CAVALCANTE, A. C.; OLIOSI, G.; CRUZ, G. B. Effect of substrates and Container Volume on the Initial Growth of Seedling of *Physalis peruviana* L. **International Journal of Plant & Soil**

Science, v. 16, p. 50-56, 2020.

PAIXÃO, V. S.; GROBÉRIO, R. B. C.; FERNANDES, A. R.; FARIA JUNIOR, H. P. F.; MEIRELES, R. C.; SOUSA, G. B. Esterco bovino e fertilizante na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de mamoeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59048-59057, 2020.

PEÇANHA, D. A. **Deficiência de nutrientes minerais em *Acmella oleracea*: teores minerais, sintomas visuais, espilantol e compostos fenólicos**. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2017.

PIVOTO, H. C.; GODOI, R. S. Produtividade do pimentão (*Capsicum annuum* L) com diferentes fontes de adubação orgânica. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 1, n. 1, 2009.

PIVOTO, H. C.; MARTELLETO, L. A. P. Avaliação de diferentes meios semi-hidropônicos orgânicos para cultivo do morangueiro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.

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

QUIROZ, M.; FLORES, F. Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 65, n. 6, p. 867-875, 2019.

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.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; TIEPPO, R. C. Agronomic performance of crisphead lettuce fertilized with filter cake in protected environment. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 338-343, 2013.

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.

SHARMA, A.; KUMAR, V.; RATTAN, R. S.; KUMAR, N.; SINGH, B. Insecticidal toxicity of spilanthol from *Spilanthes acmella* Murr. Against *Plutella xylostella* L. **American Journal of Plant Sciences**, v. 3, p. 1568-1572, 2012.

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.

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, S. D.; PRESOTTO, R. A.; MAROTA, H. B.; ZONTA, E. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. **Pesquisa. Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 19-27, 2012.

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.

SOUZA, M. C. M.; RESENDE, L. V.; MENEZES, D.; LOGES, V.; SOUTO, T. A.; SANTOS, V. F. Variabilidade genética para características agronômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.354-358, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; BRISKIN, D.P.; BLOOM, A. Nutrição mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

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*. **Journal of Chinese Integrative Medicine**, v. 9, p. 1170-1178, 2011.

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. Calagem e adubação da alface, almeirão agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, 2014. 16p.

CAPÍTULO 2

ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM PLANTAS DE JAMBU

RESUMO

O jambu é uma hortaliça Amazônica, herbácea, pertencente à família das Asteráceas. Tem despertado o interesse da indústria farmacêutica e cosmética, devido a presença do espilantol, pois inúmeros testes comprovaram a ação anti-inflamatória, analgésica e anestésica desse composto e tem sido cultivado, preferencialmente, em sistema orgânico. Neste sistema, os produtores têm utilizado diferentes adubos, sem, no entanto, haver um consenso sobre qual é melhor. O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a remoção dos nutrientes e para as recomendações econômicas de adubação e escolha das fontes de adubos. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar adubos orgânicos na produção de matéria seca e acúmulo de macronutrientes em plantas de jambu. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP e no sítio Zodíaco, situado no bairro Demétria, município de Botucatu, SP. Foram avaliados seis tratamentos, adubos em cobertura, sendo eles, ferticel®, provaso®, torta de mamona, bokashi, farinha de casco e chifre e um controle sem cobertura, em cinco repetições, utilizando delineamento em blocos casualizados. Foram avaliados massa da matéria seca e acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea (inflorescências + parte vegetativa), em duas colheitas em cada área. Em relação a massa da matéria seca, o adubo casco e chifre resultou em maiores valores, 444,5, 322,5 g m⁻²; 1286,8, 540 g m⁻²; e 1730,8 e 860 g m⁻² nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea, no sítio Zodíaco e na fazenda São Manuel, respectivamente. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes (g m⁻²) na parte aérea das plantas no sítio Zodíaco foi: K (54,37) > N (27,2) > Ca (7,4) > Mg (5,9) > P (4,8) > S (4,6), enquanto na Fazenda São Manuel foi K (23,25) > N (11,4) > Ca (5,3) > P (3,5) > Mg (2,3) > S (1,7).

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

ORGANIC FERTILIZATION IN THE PRODUCTION OF DRY PASTA AND ACCUMULATION OF NUTRIENTS IN JAMBU PLANTS

ABSTRACT

The jambu is an Amazonian, herbaceous vegetable, belonging to the Asteraceae family. It has aroused the interest of the pharmaceutical and cosmetic industry, due to the presence of spilantol, as numerous tests have proven the anti-inflammatory, analgesic and anesthetic action of this compound and has been grown, preferably, in an organic system. In this system, producers have used different fertilizers, without, however, having a consensus on which is better. The knowledge of the amount of nutrients accumulated in the plants, mainly in the harvested part, is important to evaluate the removal of the necessary nutrients for the economical fertilization recommendations and the choice of viable fertilization sources. Therefore, the objective of this work was to evaluate organic fertilizers in the production of dry matter and accumulation of macronutrients in jambu plants. The experiments were carried out at the Experimental Farm of São Manuel, SP, belonging to the School of Agriculture (FCA) - UNESP and on the Zodiac site, located in the Demétria neighborhood, municipality of Botucatu, SP. Six treatments were evaluated, covering fertilizers, namely ferticel, provaso[®], castor bean cake, bokashi, hull flour and horn and a witness without coverage, in five repetitions, using a randomized block design. Dry matter mass and macronutrient accumulation in the inflorescences, vegetative part and aerial part (inflorescences + vegetative part) were evaluated in two harvests in each area. Regarding the dry matter mass, the hull and horn fertilizer resulted in higher values, 444.5, 322.5 m⁻²; 1286.8, 540 m⁻²; and 1730.8 and 860 m⁻² of accumulation in the inflorescences, vegetative and aerial parts, at the zodiac site and on the São Manuel farm, respectively. The decreasing order of nutrient accumulation (g m⁻²) in the aerial part of the plants at the Zodiac site was: K (54.37) > N (27.2) > Ca (7.4) > Mg (5.9) > P (4.8) > S (4.6), while at Fazenda São Manuel it was K (23.25) > N (11.4) > Ca (5.3) > P (3.5) > Mg (2.3) > S (1.7).

Keywords: *Acmella oleracea*; nitrogen; cover fertilization; hoof and horn; castor bean pie, bokashi.

2.1 INTRODUÇÃO

Acmella oleracea, popularmente conhecida como “jambu”, é uma hortaliça Amazônica, herbácea perene, pertencente à família das Asteráceas, que ocorre majoritariamente no norte do Brasil (SAMPAIO et al., 2019). Seu consumo é bastante difundido, sobretudo na culinária da região Norte (HOMMA, 2014). O seu uso não se limita apenas à alimentação, podendo ser utilizado também na forma medicinal (CARDOSO e GARCIA, 1997).

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

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

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

Uma das principais dificuldades enfrentadas pela agricultura orgânica reside no aporte de nutrientes aos sistemas produtivos, especialmente o nitrogênio (CASTRO et al., 2005). O adubo orgânico deve apresentar elevada capacidade para disponibilizar os nutrientes em velocidade compatível com a demanda da cultura, e, sobretudo, conter vários nutrientes minerais, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio (FORNASIERI FILHO, 1988).

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

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

Em função da considerável remoção de massa verde do campo, o jambu pode ser considerado uma cultura esgotante do solo. Toda sua produção pode ser comercializada (folhas + hastes + inflorescências), sendo uma cultura bastante exigente devido ao seu ciclo rápido. Com isso, se torna necessário conhecer o balanço de nutrientes através da diferença entre a entrada dos elementos via adubação e a exportação do produto final, essencialmente importante para programas de adubação (SOUTO, 2016)

Diante disso, o manejo adequado da adubação orgânica se torna extremamente importante, enfatizando novas fontes, métodos de aplicação e quantidades dos adubos a serem utilizados, visando suprir as necessidades das plantas e a reposição dos nutrientes exportados pela colheita (BRANCO et al., 2010; VALARINI et al., 2011).

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

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

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

Antes da instalação dos experimentos foram realizadas coletas de solo nas duas localidades para análise química. As amostras de solo foram obtidas a partir de 15 sub-amostras, retiradas das áreas experimentais na profundidade de 0-20 cm. Para o sítio Zodíaco foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 4,5$; $\text{M.O.} = 19 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 29 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 49 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 41 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{S} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,22 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 5,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 31 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 2,5 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 0,5 \text{ mg dm}^{-3}$. Para a fazenda de São Manuel foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,8$; $\text{M.O.} = 13 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}_{\text{resina}} = 190 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 0$; $\text{H+Al} = 11$; $\text{K} = 3,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 22 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V\%} = 67$; $\text{S} = 5 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,22 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 47 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 5,8 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 18,2 \text{ mg dm}^{-3}$.

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

Foram avaliados cinco tratamentos correspondentes aos adubos que são normalmente utilizados em cobertura pelos produtores locais, sendo eles: ferticel®

(Fertilizante Orgânico Simples Classe A), provaso® (Fertilizante Orgânico Classe A), torta de mamona (Nutrisafra®), bokashi (Nutrisafra®), farinha de casco e chifre e um controle sem adubação em cobertura. Todas as parcelas foram adubadas em pré-plantio apenas com esterco aviário, inclusive a testemunha. Em cobertura, a adubação foi realizada de acordo com o teor de nitrogênio encontrado nas análises dos adubos orgânicos (Quadro 1), seguindo a recomendação de 50 Kg de N ha⁻¹ proposta por Trani et al. (2014). Sendo assim, por metro quadrado, foram aplicados: ferticel: 320,5 g; provaso: 1420 g; torta de mamona: 116 g; bokashi: 210 g; farinha de casco e chifre: 34,2 g. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco repetições de 20 covas por parcela, sendo avaliadas as 4 covas centrais, consideradas como parcela útil.

Quadro 1 – Análise de macronutrientes dos adubos utilizados

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

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

foram aplicados nas entrelinhas e incorporados com enxada. O segundo corte/colheita foi feito no dia 17 de fevereiro de 2020.

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

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

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

Em cada colheita, avaliaram-se a massa da matéria seca das inflorescências e da parte vegetativa (determinadas após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C até atingir massa constante, sendo avaliadas em balança digital de precisão de 0,01 g) e calculada a massa da matéria seca da parte aérea (massa da matéria seca da parte vegetativa somada a das inflorescências). Também foram avaliados o acúmulo de macronutrientes nas inflorescências, parte vegetativa e da parte aérea (inflorescências + parte vegetativa). O material proveniente dos cortes foram misturados de forma proporcional a matéria seca encontrada nas amostras e enviados para análise de teores.

Para quantificar os teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) a parte vegetativa foi separada das inflorescências, sendo, em seguida, lavadas em água corrente e em água destilada e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante. Em seguida, as amostras foram processadas em moinho tipo Willey® em peneira de 2 mm e acondicionadas em recipientes fechados e enviadas para análise dos teores, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) no laboratório de nutrição mineral de plantas pertencente ao Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP – Campus de Botucatu. As análises realizadas contemplaram as duas localidades separadamente, diferenciando a parte vegetativa das inflorescências. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando a determinação do teor de nitrogênio total e a digestão nítrica - perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos teores dos outros macronutrientes. A partir das análises químicas, são determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg⁻¹ de matéria seca. O acúmulo dos nutrientes foi obtido pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa de material seco da amostra.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico Agroestat (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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

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

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

Na Fazenda São Manuel foram obtidos resultados semelhantes, isto é, os tratamentos que resultaram em maiores massas da matéria seca (inflorescências, parte vegetativa e parte aérea) foram a farinha de casco e chifre, seguida da torta de mamona (Tabela 2). No entanto, nem todos os tratamentos com adubação em cobertura foram superiores ao controle. Aparentemente, as plantas de jambu não puderam expressar todo seu potencial produtivo no cultivo na Fazenda São Manuel

(Tabela 2), sendo o acúmulo de matéria seca muito inferior (em média 55%) em comparação às plantas do sítio Zodíaco (Tabela 1). Isso provavelmente se deve ao fato de haver competição entre as plantas de jambu e as plantas espontâneas no decorrer do experimento. No produtor a capina era mais frequente que na Fazenda São Manuel, pois não pode haver contaminação por plantas daninhas no material vendido às empresas, o que faz com que o produtor esteja sempre capinando. As plantas daninhas competem com as plantas cultivadas por fatores limitantes do meio, principalmente por nutrientes, água, luz e espaço (PITELLI, 2004) e, indiretamente, servindo de hospedeiras para patógenos causadores de doenças e pragas importantes a algumas culturas, além de interferirem na produtividade (GUERRA, 2021).

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

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

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

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

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

Relatos de aumento de massa da matéria seca de inflorescências de jambu em função da adubação orgânica são encontrados na literatura. Oliveira e Inneco (2015) relataram aumento em função das doses ($0,0$ a $4,0 \text{ kg m}^{-2}$) de esterco bovino em cobertura. Souto (2016) também obteve aumento da massa da matéria seca de inflorescências em função das doses ($0,0$ a $10,0 \text{ kg m}^{-2}$) de composto e húmus de minhocas, aplicados antes do plantio e em cobertura, de forma parcelada, após 10 e 20 dias depois do transplantio.

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

Trabalhos envolvendo farinha de casco e chifre são escassos. Cavallaro Júnior et al. (2009) relataram efeito positivo e significativo da adubação nitrogenada com farinha de casco e chifre para a produção e massa média dos frutos de tomate, em relação à testemunha absoluta e ao tratamento sem adubação nitrogenada. Kuyumjian (2014), avaliando desenvolvimento de capim mombaça, obteve aumento

linear para acúmulo de matéria seca da parte aérea em função do aumento das doses de nitrogênio, quando usada a fonte farinha de casco e chifre.

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

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

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

No Sitio Zodíaco, houve diferença significativa entre os adubos utilizados para o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg nas inflorescências, parte vegetativa e parte aérea total

das plantas de jambu. O acúmulo de S apresentou diferença estatística apenas para as inflorescências e parte aérea (Tabela 1).

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

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

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

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

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

nutriente estar disponível em níveis muito superiores ao necessário e já foi relatado em outras espécies de hortaliças (AGUILAR, 2019).

Em pesquisa realizada por Souto (2016), os valores máximos acumulados pelas inflorescências das plantas foram 238,93, 42,35 e 422,2 mg tufo⁻¹ de N, P e K, respectivamente, no genótipo 'Flor roxa' e de 293,85, 44,76 e 460,94 mg turfo⁻¹, respectivamente, no genótipo 'Flor amarela', sendo o fósforo o nutriente de menor acúmulo pelo jambu. Na presente pesquisa, esses valores variaram de 8,3; 1,5 e 8 no Sítio Zodíaco e 5,2; 1,3 e 6,2 (g m⁻²) para São Manuel, para o N, o P e o K, respectivamente. Em média, foram acumulados na parte aérea 4,8 e 3,5 g m⁻² de P no sítio Zodíaco e na Fazenda São Manuel, respectivamente, valores superiores aos descritos por Souto (2016) e por Borges et al. (2013): 1,4 g m⁻² de P acumulado. De uma forma geral, as quantidades de fósforo retiradas do solo pelas hortaliças são baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Os sintomas característicos de plantas deficientes em P é a manifestação de um verde-escuro nas folhas ou azul-esverdeado, e, em caso de deficiência severa, podem ter o crescimento reduzido (SAMPAIO et al., 2019). Porém, no presente estudo não foram observados sintomas de deficiência nas plantas estudadas mesmo no sítio Zodíaco (9 mg dm⁻³), onde o teor de P no solo foi bem inferior ao da fazenda São Manuel (190 mg dm⁻³).

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

O K foi o nutriente mais acumulado na planta, tendo, em média, 54,37 e 23,25 g m⁻² no sítio Zodíaco e na fazenda experimental de São Manuel, respectivamente, resultado também observado por Souto (2016), porém com valores bem inferiores: 3,71 g m⁻² de K acumulado. Borges et al. (2013) observaram maiores acúmulos de K nas folhas (13,78 m⁻²) e inflorescências (7 m⁻²) nas doses de 6 kg m⁻² e 2 kg m⁻² de esterco de curral, respectivamente.

Observa-se que, independentemente do local, a ordem decrescente do acúmulo de macronutrientes na parte aérea total foi a mesma nos dois locais e o K foi o macronutriente mais acumulado pelas plantas de jambu, sendo quase o dobro do valor acumulado para o N, segundo nutriente mais acumulado. Tem-se observado esta mesma ordem de acúmulo em diversas espécies de hortaliças folhosas, como alface (KANO et al., 2011) e rúcula (GRANGEIRO et al., 2011), e jambu em duas variedades, roxa e amarela (GRANGEIRO et al., 2018).

O K é um nutriente normalmente absorvido na forma K^+ (KODUR et al., 2010; KARIMI, 2017) e normalmente é o nutriente mais rapidamente disponibilizado às plantas com a adubação orgânica (MAGRO et al., 2011). É atuante na ativação de vários sistemas enzimáticos, muitos deles participantes dos processos de fotossíntese e respiração, atua na síntese e translocação de carboidratos, proteínas e adenosina trifosfato (ATP), na regulação osmótica e estomática (TAIZ et al., 2013). Ainda, influencia diretamente na resistência a pragas e doenças (KODUR et al., 2010; KARIMI, 2017).

O N é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. Assim, as principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença do N, tornando-o um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas (CANTARELLA 2007). Todavia, a falta deste nutriente inibe o crescimento do vegetal, se mostrando na forma de clorose, sobretudo nas folhas mais velhas localizadas próximas à base da planta (TAIZ et al., 2013). Na presente pesquisa não foi observada deficiência de N nas plantas cultivadas, mesmo no controle sem adubação em cobertura.

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

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

A média do acúmulo de cálcio foi de 6, 1,4 e 7,4 g m⁻², no Sítio Zodíaco e 4,2, 1 e 5,2 g m⁻² em São Manuel, na parte vegetativa e inflorescências, respectivamente. Grangeiro et al. (2018) observaram acúmulo total correspondente a 5,5 e 6,2 g m⁻² para os acessos Flor Roxa e Flor Amarela, respectivamente. Souto (2016) obteve acúmulo máximo de 221,56 e 248,66 mg tufo⁻¹, correspondendo a 3,7 e 4,2 g m⁻² para os acessos 'Flor roxa' e 'Flor amarela', respectivamente, coincidindo com o maior acúmulo de massa da matéria seca pela planta. Borges et al. (2013) também observaram maior acúmulo de Ca nas folhas em relação às inflorescências de jambu, independente da fonte de fertilizante (orgânico ou mineral). Com a fertilização orgânica, os valores médios foram 1,6 e 0,6 g m⁻² nas folhas e inflorescências, respectivamente. Segundo Malavolta et al. (1997), isso pode estar relacionado à baixa mobilidade de Ca no floema, não ocorrendo sua redistribuição das folhas para os outros órgãos da planta como as inflorescências.

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

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

A função de destaque do magnésio na planta é o seu papel como átomo central da molécula de clorofila, porém, a quantidade que se liga à clorofila (15% do total) é relativamente pequena. O magnésio participa da reação de carboxilase da fotossíntese, como coenzima na fixação de CO₂ se envolvendo também no equilíbrio cátion-ânion, sendo responsável pela regulação do pH e ajuste do turgor das células vegetais. Entre 5 e 10% do magnésio presente na planta liga-se ao pectato e serve como elemento estrutural da parede celular. O restante do magnésio que não se liga a estruturas como clorofila e paredes celulares, possui alta mobilidade dentro da planta e é facilmente transferido entre tecidos e folhas velhas e jovens (ROSS, 2004).

O S é encontrado em aminoácidos (cistina, cisteína e metionina) e é constituinte de várias coenzimas e vitaminas essenciais ao metabolismo vegetal (TAIZ et al., 2013). Para a maioria das espécies é o nutriente menos acumulado, com exceção de algumas espécies da família Brassicaceae (CARDOSO et al., 2016). Soares et al. (2017) observaram que a suplementação com enxofre aumentou a quantidade de folhas e a intensidade da cor da Rúcula 'Folha Larga', porém, em alface não foi observado efeito significativo para o índice de clorofila nas folhas (MARTINS, 2019). Resultados semelhantes ao de Soares foram obtidos por Resende et al. (2011), na cultura do alho, onde a adubação complementar com S induziu aumento da produtividade de três cultivares de alho estudadas.

Provavelmente, os maiores acúmulos de nutrientes observados na presente pesquisa devem-se a elevada produção de matéria seca obtida (1730,8 e 860 g m⁻² no sítio Zodíaco e na Fazenda São Manuel, respectivamente) em comparação ao trabalho de Souto (2016), que obteve 76,228 g m⁻² de massa da matéria seca de jambu. Grangeiro et al. (2018) obtiveram 8009,81 g m⁻² para o acesso 'Flor amarela' e 6090,37 g m⁻² para o acesso 'Flor roxa'. Destaque-se que foram feitas duas colheitas, aproveitando-se a capacidade das plantas em rebrotarem, conforme é feito pelos produtores na região de Botucatu/SP, enquanto estes autores fizeram apenas uma colheita, o que explica a diferença no acúmulo de matéria seca e de nutrientes.

2.4 CONCLUSÕES

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

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

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

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. 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. **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 2015. 396 p., 2015.
- 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**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.
- BRANCO, R. B. F.; SANTOS, L. G. C.; GOTO, R.; ISHMURA, I.; SCHILINCKMANN, S.; CHIRATI, 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.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 422-423.
- CARDOSO, M. O.; GARCIA, L. C. Jambu. In: CARDOSO, M.O. (Coord.) **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Manaus, EMBRAPA, CPAA. 1997. p. 133-140.
- 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.
- CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, J. F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 495-502, 2005.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L.; TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NETO, J. K.; TIVELLI, S. W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 347-356, 2009.

CORDEIRO, A. A. S.; RODRIGUES, M. B.; GONÇALVES JUNIOR, M.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E.; GUERRA, J. G. M. Organic cabbage growth using green manure in pre-cultivation and organic top dressing fertilization. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 4, p.: 515-520, 2018.

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

FORNASIERI FILHO, D.; BRANDÃO, S.S.; SADER, R.; VITTI, G.C. Efeitos do fósforo e do zinco sobre a composição mineral e qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, n. 1, p. 43-53, 1988.

GAIA, C. D. C.; SAMPAIO, I. M. G.; ARAÚJO, M. S.; MAGALHÃES, J. M. C.; ROSÁRIO, R. G. A.; SOUZA, R. O. R. M. Crescimento e produção do jambu submetido a lâminas de irrigação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 63, p. 1-8, 2020.

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.

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.

GUERRA, A. M. N. M. Influência dos períodos de controle de plantas daninhas na cultura das abóboras híbridas japonesas. **Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar**, v. 1, p. 367-378, 2021.

HETHERINGTON, A. M.; BROWNLEE, C. The generation of Ca^{2+} signals in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 55, p. 401-427, jun, 2004.

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.

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, jan, 2011.

KARIMI, R. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. **Scientia Horticulturae**, v. 215, n. 3, p. 184-194, 2017.

KODUR, S. et al. Accumulation of potassium in grapevine rootstocks (Vitis) as affected by dry matter partitioning, root traits and 30 transpiration. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 16, n. 2, p. 273- 282, 2010.

KUYUMJIAN, L. A. **Farinha de casco - chifre e sangue como fonte de nitrogênio para o capim Mombaça**. 2014. 57 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 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 dez 2019.

LYNCH, J. P. Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. **Plant Physiology**, v. 156, p. 1041-1049, 2011.

MAGRO, F. O.; SALATA, A. C.; BERTOLINI, E. V.; CARDOSO, A. I. I. Produção de repolho em função da idade das mudas. **Revista Agroambiente On-line**, v. 5, n. 2, p. 119-123, 2011.

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

MARTINS, L. M. **Influência da cama de frango sobre o desenvolvimento de mudas de pimenteiras (*Capsicum* sp.)**. 2019. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2019.

MONSALVE, C. I.; GUTIERREZ, J. S.; CARDONA, W. A. Factors involved in the process of nitrogen mineralization when organic amendments are added to a soil. A review. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 11, n. 1, p. 200-209, 2017.

NIKITIN, A. N.; CHESHYK, I. A.; GUTSEVA, G. Z.; TANKEVICH, E. A.; SHINTANI, M.; OKUMOTO, S. Impact of effective microorganisms on the transfer of radioactive cesium into lettuce and barley biomass. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 192, p. 491- 497, 2018.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 422-423.

OCHECOVÁ, P.; MERCL, F.; KOŠNÁŘ, Z.; TLUSTOŠ, P. Fertilization efficiency of wood ash pellets amended by gypsum and superphosphate in the ryegrass growth. **Plant, Soil and Environment**, v. 63, n. 2, p. 47–54, 2017.

OLIVEIRA, M. A. S.; INNECO, R. Produção de biomassa de inflorescência em função de 25 espaçamento e adubação orgânica com jambu (*Acmella oleracea* – Asteraceae). **Essentia**, v. 16, p. 1-11, Mar, 2015.

PENTEADO, S. R. **Manual prático de agricultura orgânica: fundamentos e técnicas**. Campinas: Editora, 2010. 232 p.

PEREIRA, M. F. S.; LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; MOREIRAN J. C.; GUIMARÃES, M. C. D. Desempenho Agrônômico de Cultivares de Coentro (*Coriandrum sativum* L.) Fertilizado Com Composto. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 235-239, 2011.

PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L. C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004, p. 29-56.

POIRIER, Y.; BUCHER, M. Phosphate transport and homeostasis in Arabidopsis. **The Arabidopsis Book / American Society of Plant Biologists**, v. 1, p. e0024, 2002.

QUIROZ, M.; FLORES, F. Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 65, n. 6, p. 867-875, 2019.

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G.; RESENDE, F. V.; CARMINATTI, R.; BERTUZZO, L. L.; FIGUEIREDO, A. S. T. Aplicação complementar de enxofre em diferentes doses na cultura do alho. **Horticultura Brasileira**, v. 29 p.: 217-221, 2011.

ROSS, M. Importancia del magnesio para altos rendimientos sostenibles em palma de aceite. **Revista Palmas**, v. 25, n. Especial, p. 98-104, 2004.

SAHOTA, A. The Global Market for Organic Food & Drink. In: WILLER, H. et al. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2020**, Suíça, 2020. p. 138-141.

SAMPAIO, I. M. G.; GUIMARÃES, M. A.; NETO, H. S. L.; MAIA, C. L.; VIANA, C. S.; GUSMÃO, S. A. L. Pode o uso de mudas agrupadas e a maior densidade de plantio aumentar a produtividade de jambu? **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, p. 1-8, 2018.

SAMPAIO, I. M. G.; GUIMARÃES, M. A.; NETO, H. S. L.; MAIA, C. L.; VIANA, C. S.; GUSMÃO, S. A. L. Recipientes e densidades de semeadura combinadas com o tempo na produção de mudas de jambu. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences/Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p.: 1-10, 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.

SOARES, M. M.; BARDIVIESSO, D. M.; BARBOSA, W. F. S.; BARCELOS, M. N. Adubação de cobertura com enxofre na cultura da rúcula Topdressing arugula crop with sulfur. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 49-52, 2017.

SOARES, K. R. M. **Efeito de diferentes doses de composto fermentado “tipo bokashi” na produção de rúcula**. 2018. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018

SOUTO, G. A. **Desempenho agrônômico e acúmulo de nutrientes pela planta de jambu**. 2016. 47 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; BRISKIN, D.P.; BLOOM, A. Nutrição mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. Calagem e adubação da alface, almeirão agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, 2014. 16p.

VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, F. R. A.; SCHILICKMANN, S. 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.

VICENTE, N. F. P. A bibliographic review on bokashi from the last 20 years. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e279108339, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas de jambu cultivadas pelos produtores no município de Botucatu e na fazenda experimental de São Manuel, apresentaram melhor desempenho agrônômico através dos adubos orgânicos farinha de casco e chifre e torta de mamona aplicados em cobertura. Os maiores acúmulos de matéria seca e de macronutrientes foram obtidos com o adubo farinha de casco e chifre, seguido da torta de mamona.

Trabalhos com adubação em cobertura de adubos orgânicos são escassos e os resultados obtidos auxiliam os produtores na tomada de decisão de qual fonte utilizar, visando aumento na produtividade.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O.; SOUZA, F. C. A.; PESSOA, A. Biodisponibilidade do ferro do jambu (*Spilanthes oleracea* L.): estudo em murinos. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n. 1, p. 19-24, Jan, 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**, Londrina, 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 *Spilanthes oleracea* cv. *jambuarana*. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, n. 3, p.135-142, 2012b.
- CARDOSO, M. O.; GARCIA, L. C. Jambu. In: CARDOSO, M.O. (Coord.) **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Manaus, EMBRAPA, CPAA. 1997. p.133-140.
- 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**, v. 5, n. 4. p. 85-93, 2013.
- 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.
- HIND, N.; BIGGS, N. *Acmella oleracea Compositae*. **Curtis's Botanical Magazine**, v. 20, n. 1, p. 31-39, 2003.
- 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, Estado do Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 10, n. 20, 2015.
- NIKITIN, A. N.; CHESHYK, I. A.; GUTSEVA, G. Z.; TANKEVICH, E. A.; SHINTANI, M.; OKUMOTO, S. Impact of effective microorganisms on the transfer of radioactive cesium into lettuce and barley biomass. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 192, p. 491- 497, 2018.

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, n. 1, p. 1-22, Jun, 2011.

POLTRONIERI, M. C.; POLTRONIERI, L.S.; MULLER, N.R.M. Recomendações para produção de Jambu: Cultivar Nazaré. Embrapa-Circular Técnica, n.11, dezembro, 2000.

QUIROZ, M.; FLORES, F. Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 65, n. 6, p. 867-875, 2019.

REVILLA, J. **Plantas da Amazônia: Oportunidades Econômicas sustentáveis**. Manaus: INPA, 2001. 405p.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, v. 485, p. 229-232, 2012.

SOUTO, G. A. **Desempenho agrônômico e acúmulo de nutrientes pela planta de jambu**. 2016. 47 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró. 2016.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica** (INFOTECA-E), 2008. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/758609/4/ct65.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

TIWARI, K. L.; JADHAV, S. K.; JOSHI, V. An updated review on medicinal herb genus *Spilanthes*. **Journal of Chinese Integrative Medicine**, v. 9, p. 1170-1178, 2011.

VILLAS-BOAS, R. L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, D. M.; BULL, 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.

APÊNDICE A – *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen A: Área plantada (Sitio Zodíaco); B: Inflorescência tipo capítulo; C: Detalhe das flores tubulosas; D: flores tubulosas hermafroditas evidenciando as anteras escuras no centro da corola; E: *Apis mellifera* com pólen na corbícula e coletando néctar.



Fotos: Nicholas Taborda Nordi - 2019