

JOARA SECCHI CANDIAN

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE TORTA DE MAMONA NA PRODUÇÃO,
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TEORES DE MACRONUTRIENTES EM
COUVE-FLOR SOB MANEJO ORGÂNICO

BOTUCATU

2018

JOARA SECCHI CANDIAN

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE TORTA DE MAMONA NA PRODUÇÃO,
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TEORES DE MACRONUTRIENTES EM
COUVE-FLOR SOB MANEJO ORGÂNICO

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

Orientador: Antonio Ismael I. Cardoso

BOTUCATU

2018

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

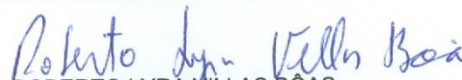
TÍTULO: DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE TORTA DE MAMONA NA PRODUÇÃO,
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TEORES DE MACRONUTRIENTES
EM COUVE- FLOR SOB MANEJO ORGÂNICO

AUTORA: JOARA SECCHI CANDIAN

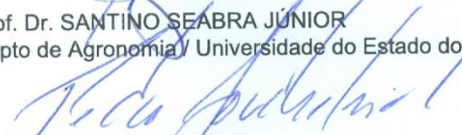
ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

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


Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO
Departamento de Horticultura / UNESP / Botucatu/SP


Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS
Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Prof. Dr. SANTINO SEABRA JÚNIOR
Depto de Agronomia / Universidade do Estado do Mato Grosso


Dr. PEDRO JOVCHELEVICH
. / Associação Brasileira de Agricult. Biodinâmica - Botucatu/SP


Prof. Dr. JACKSON MIRELLYS AZEVÊDO SOUZA
Depto de Horticultura (Pós-Doutorando) / FCA/UNESP

Botucatu, 27 de fevereiro de 2018.

AGRADECIMENTOS

À Deus eu agradeço pela sabedoria que me permite aprender todos os dias e por me ter dado a capacidade de encontrar, no contato com a terra, o prazer da minha profissão;

À família eu agradeço pela confiança e pela compreensão por entender que nem sempre foi possível, mas que sempre eu estive com eles;

Aos meus pais, Roseli e Helio, muito obrigada! Nunca haverá palavras suficientes para agradecer o que sempre fazem por mim. Ao meu paidrasto, Vinício, muito obrigada! Você também foi fundamental em cada conquista. Não importa o que será daqui pra frente, mas sempre será por vocês!

Aos amigos... como sobreviver a tudo isso sem vocês? Obrigada pelas risadas, pelo ombro amigo, pela companhia nas festas e nos estudos, pelas vezes que discordaram de mim e assim pude entender que nem sempre estava certa. Obrigada por cada planta avaliada, por cada análise processada e por cada final de semana nada relaxante. Vocês foram fundamentais!

Teteti, sem palavras pela cumplicidade e paciência. Aprendi muito em cada dia de convivência. Não foi uma amizade desde os tempos de faculdade, mas com certeza será para toda a vida.

Bibi (Maninho), Charles, Moskita, Vintão, Purinho, João (José Luis Jhon), Rodrigo (Acid), Karols, Tutis, Rafildes, Fabrício (Fafá), Vanessinha, Ari... Vocês foram os melhores analistas sensoriais e amigos que eu poderia ter. Nada disso teria a mesma graça sem vocês. Obrigada!!!

Ao meu orientador, Ismael, agradeço pela paciência e disponibilidade que sempre doou. Com sua ajuda fui capaz de crescer e conhecer uma nova pessoa que existia em mim. Obrigada pela confiança e por me mostrar, com o próprio exemplo, como é ser um Profissional, sem perder o lado humano.

À minha professora e amiga, Regina, agradeço por todos os ensinamentos e oportunidades e, mais que isso, muito obrigada por cada conselho e acolhimento que nunca hesitou em me oferecer. Você ajudou para que essa conquista fosse menos difícil.

Aos professores que me ajudaram durante toda a caminhada até aqui, seja com o conhecimento disponibilizado ou com conselhos e auxílios, Muito obrigada por não terem sido apenas docentes, mas também mestres os quais pude me inspirar.

À todos os estagiários... Obrigada por não correrem de mim!!! Podem ter certeza que a passagem de vocês me trouxe mais ensinamentos do que imaginam. Com o

tempo deixaram de ser apenas auxiliares e tornaram-se amigos. Em cada linha há um toque de vocês.

Aos colegas de trabalho da Fazenda Experimental São Manuel, eu não tenho palavras para explicar como foram essenciais. Muito obrigada por toda dedicação e zelo com as pesquisas. Além de funcionários, vocês se tornaram companheiros de rotina e fizeram dos dias pesados, mais leves.

À Luciana (amiga e colaboradora), aos proprietários Fábio e Christopher e todos os funcionários do Sítio Alvorada, em especial ao Neca, agradeço pela recepção e disponibilidade no desenvolvimento da pesquisa. Tenho grande admiração pelo trabalho que fazem e espero que inspirem mais produtores por onde forem.

Aos funcionários da Unesp/FCA, em especial aos do Departamento de Horticultura e de Transportes, agradeço pelo trabalho desenvolvido que permitiu com que cada etapa fosse concluída da melhor maneira possível. Negão, Márcia, Edivaldo, Admilson, Beth, Heleno, Sérgio, Jorge, Ricardinho, Amaury, Fogaça e Carlinhos, muito obrigada por me aturarem tanto tempo!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, muito obrigada pela oportunidade da realização de mais uma qualificação. Aqui consegui amadurecer como pessoa e como profissional. Espero, um dia, retribuir todo o conhecimento disponibilizado e todo acolhimento recebido por cada membro dessa equipe.

RESUMO

A couve-flor, comparada a outras brássicas, é a mais exigente em solos férteis e com alto teor de matéria orgânica. O nitrogênio pode ser perdido facilmente no solo, seja por volatilização ou por lixiviação, sendo indicado que seu fornecimento ocorra juntamente com a aplicação de materiais ricos em matéria orgânica, parte no plantio e parte em cobertura. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito das doses e épocas de aplicação de torta de mamona em cobertura na produção, características físico-químicas e acúmulo de macronutrientes na cultura da couve-flor em manejos orgânicos. Foram realizados dois experimentos um no município de São Manuel, SP, e o outro em Botucatu, SP. Em São Manuel, SP foram estudados 14 tratamentos, em esquema fatorial $3 \times 4 + 2$, sendo três doses de torta de mamona (2150, 3225 e 4300 kg ha⁻¹), combinadas com quatro parcelamentos em cobertura ($\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$; $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ e $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$ e $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$), além de duas testemunhas (sem adubação em cobertura e com adubação inorgânica). Em Botucatu, SP, foram 10 tratamentos, em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três doses de torta de mamona (1290, 2580 e 3870 kg ha⁻¹) combinadas com três épocas de aplicação em cobertura (única aos 30 ou aos 45 dias após o transplante (DAT) e parcelada aos 30 e 45 DAT), além de uma testemunha (sem adubação em cobertura). Os experimentos foram no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram analisadas as seguintes características: ciclo (DAT), número de folhas, diâmetro e altura da inflorescência, massa da matéria fresca da inflorescência e massa da matéria fresca da parte vegetativa (caule e folhas), pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (IM)/"Ratio", teores de açúcares redutores (AR), proteína, massa da matéria seca, teor e acúmulo de macronutrientes na inflorescência da couve-flor. Foram realizadas análises de variância, de regressão, teste de Tukey e de Dunnet. Em São Manuel, obteve-se aumento linear da massa fresca da inflorescência quanto maior a dose de torta de mamona, enquanto para a altura e o diâmetro da inflorescência o efeito foi quadrático, com máximos valores estimados para as doses de 4300 e 3856 kg ha⁻¹, respectivamente. Os fatores não afetaram o teor de sólidos solúveis, entretanto, o aumento das doses elevou os valores de pH, índice de maturação, proteína bruta e teor de açúcares redutores, enquanto reduziu a acidez titulável na inflorescência. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados na inflorescência foi K>N>P≈Ca>Mg>S com máximas de 1,99; 1,94; 0,28; 0,27; 0,12 e 0,09 g planta⁻¹. Em Botucatu, a máxima massa fresca da inflorescência foi estimada

com a dose de 3015 kg ha⁻¹, enquanto a altura e o diâmetro máximos foram atingidos nas doses de 3785 e 3335 kg ha⁻¹, respectivamente. Os valores de sólidos solúveis e proteína bruta não foram afetados pelos fatores avaliados, enquanto que o aumento das doses de torta de mamona em cobertura elevou os valores de acidez titulável e reduziu o de açúcares redutores, ácido ascórbico e o índice de maturação da inflorescência de couve-flor. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados em Botucatu foi K>N>P≈Ca>Mg>S, com máximas de 1,48; 1,03; 0,15; 0,14; 0,08 e 0,06 g inflorescência⁻¹.

Palavras-chaves: *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Adubação orgânica. Nitrogênio. Características físico-químicas. Acúmulo de macronutrientes.

ABSTRACT

Currently, conventional cauliflower cultivation is still predominant; however, cultivation in alternative systems, such as organic, has been growing. Compared to other brassicas, it is the most demanding in fertile soils with a high content of organic matter. Nitrogen and potassium are the most accumulated nutrients in cauliflower. Nitrogen can be easily lost in the soil, either by volatilization or by leaching, and it is indicated that its supply occurs along with the application of materials rich in organic matter, part in planting and part in cover. In view of the above, this study aimed to evaluate the effect of doses and times of application of castor bean cake on yield, physical-chemical characteristics and accumulation of macronutrients in cauliflower crop in organics managements. Two experiments were carried out, one in the municipality of São Manuel, SP, and the another in Botucatu, SP. In the experiment 1 (São Manuel, SP), 14 treatments were studied in a $3 \times 4 + 2$ factorial scheme, with three doses of castor bean (2150, 3225 and 4300 kg ha⁻¹), combined with four installments ($\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$; $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$; $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$ and $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$), besides two controls (without cover fertilization and with inorganic fertilization). In experiment 2 (Botucatu, SP), 10 treatments were used, in a $3 \times 3 + 1$ factorial scheme, three castor bean doses (1290, 2580 and 3870 kg ha⁻¹) combined with three installments (one application at 30 or at 45 days after transplanting (DAT) and parceled at 30 and 45 DAT), in addition to one control (no fertilization in coverage). The experiments were in a randomized complete block design, with four replications. The following characteristics were analyzed: cycle (DAT), number of leaves, inflorescence diameter and height, inflorescence fresh matter weight and fresh matter weight of the vegetative part (stem and leaves), pH, titratable acidity (TA), acid ascorbic acid (AA), soluble solids (SS), maturation index (MI) / "Ratio", reducing sugars (RS), protein, dry weight of inflorescence, macronutrient content and accumulation in cauliflower inflorescence. Analyses of variance, regression, Tukey and Dunnet tests were performed. It was observed that, for most of the characteristics, the best dose ranged between 3.2 and 3.9 t ha⁻¹ of castor bean cake in coverage for both sites, whereas the parceling only had an effect on the cultivation of São Manuel, where $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ of the total dose applied at 20 and 40 DAT increased the fresh weight of the inflorescence. In general, the effects were more pronounced in S. Manuel, where soil is poorer in organic matter. Regarding the physico-chemical characteristics, it was verified that only pH was influenced by the splitting in both places. For the experiment carried out in São Manuel, the increase in doses reduced only the

titratable acidity, while the other characteristics (SS, pH, RS and MI) increased. On the other hand, in Botucatu, TA increased with increasing doses and AA, RS and MI reduced. The difference in values between the sites was minimal, indicating that for these physico-chemical characteristics, the difference in organic matter content in the soil had little influence. The decreasing order of nutrients accumulated in the inflorescence in São Manuel and Botucatu was $K > N > P \approx Ca > Mg > S$ and $K \approx N > P \approx Ca > Mg > S$, respectively, with maximums of 1.99; 1.94; 0.28; 0.27; 0.12 and 0.09 g plant⁻¹ in São Manuel and 1.48; 1.03; 0.14; 0.15; 0.08 and 0.06 g inflorescence⁻¹ in Botucatu.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*. Organic fertilization. Nitrogen. Physico chemical characteristics. Macronutrients accumulation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO 1	16
PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE COUVE- FLOR EM FUNÇÃO DE DOSES E PARCELAMENTO DE TORTA DE MAMONA EM COBERTURA EM MANEJO ORGÂNICO	16
1.1 INTRODUÇÃO	16
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	17
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
1.4 CONCLUSÕES	41
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO 2	46
TORTA DE MAMONA EM COBERTURA NA PRODUÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E NUTRIÇÃO DE COUVE-FLOR ORGÂNICA	46
2.1 INTRODUÇÃO	46
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.4 CONCLUSÕES	59
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO GERAL

As pesquisas com alimentos produzidos em sistemas orgânicos ou similares tiveram início na Índia, a partir de 1920, quando o inglês Albert Howard, considerado o pai da agricultura orgânica, e seus auxiliares começaram a pesquisar a associação entre saúde e a resistência humana a doenças com a estrutura orgânica do solo. Durante 40 anos, ele procurou destacar a importância da matéria orgânica na melhoria da fertilidade e vida do solo, defendendo o não uso de adubos sintéticos, principalmente os adubos químicos minerais (HOWARD, 2007).

Entretanto, entre as décadas de 60 e 70, com o discurso de acabar com a fome no mundo, a Revolução Verde foi consolidada, aumentando a produção de alimentos através da introdução de conjuntos de tecnologias voltadas ao aumento da produtividade das culturas e especialização da produção. Entretanto, não demorou muito para os resultados aparecerem.

Na década de 70, o desequilíbrio ecológico, consequência do crescimento do consumo de agrotóxicos, teve reflexo no surgimento de novas pragas resistentes, o ambiente começou a dar sinais de desgaste, passou a ocorrer contaminações dos agricultores e dos alimentos, além do custo de produção ter se elevado. Diante de tudo isso, na década de 80, a população passa a se preocupar com o cenário da agricultura, juntamente com as questões ambientais globais como destruição das florestas, chuvas ácidas, desmatamentos e efeito estufa, começando, então, a exigir produtos de melhor qualidade e que causassem menores danos ao ambiente (PASCHOAL, 1979).

As hortaliças são produzidas nos diferentes agroecossistemas, sendo o sistema de cultivo convencional ainda predominante. No entanto, esta realidade está mudando, pois, nos últimos anos, o cultivo de hortaliças em sistemas alternativos, como o orgânico, estão ganhando destaque, principalmente pela preocupação com a qualidade dos alimentos e do ambiente, voltando a atenção mundial para a busca de técnicas e tecnologias que possam substituir ou reduzir o uso de insumos agrícolas-industriais, de elevados custos energéticos, econômicos e sociais (SOUZA & RESENDE, 2014).

O motivo da alta utilização de fertilizantes nitrogenados é a alta exigência deste nutriente pelas hortaliças. Porém, é necessário oferecê-lo de diferentes formas, uma vez que, quando aplicado por fontes de liberação lenta, como os adubos orgânicos, o acúmulo de $N-NO_3$ não ocorre em quantidades tão elevadas como quando

aplicado por adubos inorgânicos (PÔRTO et al., 2012). Além disso, a presença de outros nutrientes pode ser importante no papel do metabolismo do acúmulo do nitrogênio, como o potássio, que interfere na ativação de enzimas que atuam na assimilação da amônia e transporte de aminoácido, sintetizando proteínas, podendo resultar no aumento da taxa de transferência de compostos nitrogenados solúveis para frações insolúveis (HAGIN et al., 1990). Como forma de minimizar os impactos no ambiente e as perdas nutricionais nos alimentos, resíduos orgânicos ricos em N, P e/ou K vem sendo testados como alternativa aos adubos químicos inorgânicos.

Devido ao nitrogênio ser um nutriente perdido facilmente no solo, seja por volatilização ou por lixiviação, é indicado que seu fornecimento ocorra juntamente com a aplicação de materiais ricos em matéria orgânica, uma vez que estes possuem a capacidade de armazená-lo por mais tempo no solo (KIEHL, 2010) e que a aplicação seja parcelada no plantio e em cobertura.

As tortas vegetais, em especial a torta de mamona, são ricas em nitrogênio. Juntamente com o fósforo, ele é o elemento que vem fornecendo melhores resultados em produtividade (AZEVEDO & BELTRÃO, 2007; DIN et al., 2007; FILGUEIRA, 2008). A torta de mamona vem sendo amplamente utilizada, apesar disso, ainda há poucos estudos referentes ao seu efeito em hortaliças. Segundo Din et al. (2007) e Kano et al. (2007), a utilização de produtos ricos em nitrogênio favorece a produção, entretanto, doses muito elevadas podem estimular o crescimento excessivo de folhas, demonstrando a importância de se atingir o equilíbrio entre a dose e as épocas adequadas de fornecimento.

Segundo Azevedo & Beltrão (2007), a torta de mamona possui mais de 90% de matéria orgânica, 4-6% de nitrogênio e 1,2-2,0% de fósforo e potássio, sendo que 75 a 100% do nitrogênio presente é nitrificado em três meses. A velocidade de mineralização da torta é seis vezes mais rápida que a do esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que a do bagaço de cana (SEVENINO et al., 2004), além de apresentar propriedades inseticidas e nematicidas, sendo capaz de aumentar a população de nematoides predadores de vida livre e diminuir a de nematoides fitoparasitas (GOMES et al., 2012).

Dentre as hortaliças produzidas no sistema orgânico, destacam-se as brássicas, dentre elas a couve-flor, como o grupo mais numeroso. No ano de 2013, o Brasil produziu uma média de 50.246 toneladas de couve-flor, com destaque para os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, os quais foram responsáveis por 45, 23 e 24%, respectivamente, da produção nacional. O estado de São Paulo se

encontrou como o terceiro maior consumidor desta hortaliça, consumindo, aproximadamente, 12.322 toneladas no ano do estudo (MAPA) (Favarato, 2015).

Comparado ao brócolis e ao repolho, a couve-flor é a brássica mais exigente em solos férteis e com alto teor de matéria orgânica (SOUZA, 2009; SOUZA & RESENDE, 2014). Além dos principais macronutrientes (N, P, K) ela necessita de enxofre e micronutrientes como o boro e o molibdênio (FILGUEIRA, 2008), os quais podem ser fornecidos com a utilização de materiais com elevada quantidade de matéria orgânica.

O estado de São Paulo é um dos maiores produtores de couve-flor do Brasil, concentrando sua produção nas regiões de Ibiúna, Porto Feliz, Itatiba, Jarinú e Sorocaba (MAY et al., 2007). Porém, 60% das terras do estado são pobres em matéria orgânica e, aqueles que possuem teores elevados (> 7%) estão localizados em altitude elevada e topografia acidentada, tornando-se difícil a prática da agricultura (KIEHL, 2008). Isto evidencia a necessidade de experimentos com adubação que visam, além do incremento de matéria orgânica no solo, equilibrar a quantidade com a época de aplicação.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito das doses e das épocas de aplicação de torta de mamona na produção orgânica de couve-flor e sua influência na nutrição e características físico-químicas em manejos orgânicos.

CAPÍTULO 1

PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE COUVE-FLOR EM FUNÇÃO DE DOSES E PARCELAMENTO DE TORTA DE MAMONA EM COBERTURA EM MANEJO ORGÂNICO

RESUMO: A busca por alimentos mais saudáveis e produzidos de maneira orgânica vem aumentando e, com isso, cresce a utilização de fontes de adubação orgânica como a torta de mamona. Entretanto, há poucas pesquisas para aplicação de adubos orgânicos em cobertura em brássicas. Desta forma, objetivou-se estudar os efeitos de doses e parcelamentos da torta de mamona em cobertura na produção, nutrição e características físico-químicas de inflorescências de couve-flor sob manejo orgânico. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Manuel, SP, onde foram estudados 14 tratamentos, em esquema fatorial $3 \times 4 + 2$, sendo três doses de torta de mamona (2150, 3225 e 4300 kg ha⁻¹), combinadas com quatro parcelamentos em cobertura ($\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$, $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$, $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$ e $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ da dose total em cada parcelamento), além de duas testemunhas (sem adubação em cobertura e com adubação inorgânica). Foram analisados o ciclo, número de folhas, diâmetro, altura e massa da matéria fresca da inflorescência, massa da matéria fresca da parte vegetativa (caule e folhas), massa da matéria seca, teor e acúmulo de macronutrientes, pH, acidez titulável, ácido ascórbico, sólidos solúveis, índice de maturação/"Ratio", teores de açúcares redutores e proteína na inflorescência. Foram realizadas análises de variância, de regressão, testes de Tukey e de Dunnet. Obteve-se aumento linear da massa fresca da inflorescência quanto maior a dose de torta de mamona, enquanto para a altura e o diâmetro da inflorescência o efeito foi quadrático, com máximos valores estimados para as doses de 4300 e 3856 kg ha⁻¹, respectivamente. Os fatores doses e parcelamentos não afetaram o teor de sólidos solúveis, entretanto, o aumento das doses elevou os valores de pH, índice de maturação, proteína bruta e teor de açúcares redutores, enquanto reduziu a acidez titulável. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados foi $K \approx N > P \approx Ca > Mg > S$, com máximas de 1,99; 1,94; 0,28; 0,27; 0,12 e 0,09 g inflorescência⁻¹.

Palavra chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, adubação orgânica, acúmulo de nutrientes, qualidade, inflorescência

1.1 INTRODUÇÃO

Devida grande mobilidade do nitrogênio no solo, o manejo de adubos nitrogenados é um dos mais difíceis, sendo indicado o seu fornecimento através da aplicação de materiais ricos em matéria orgânica, a qual tem a capacidade de armazená-lo no solo por mais tempo, uma vez que as formas amoniacais e nítricas estão sujeitas a perdas por volatilização ou lixiviação (Kiehl, 2010). Portanto, é necessário sincronizar as aplicações com as demandas da planta durante o ciclo, uma vez que cada fase requer uma quantidade de nutrientes. Para manter os níveis adequados de nutrientes, indica-se o parcelamento do fertilizante aplicado em cobertura

(Souza, 2009; Moreira et al., 2011), principalmente para evitar perdas elevadas de nitrogênio, um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas (Kurtz et al., 2012).

A torta de mamona é um adubo com grande potencial para agricultura orgânica, uma vez que sua mineralização pode ser até seis vezes mais rápida que a do esterco bovino. Além de possuir mais de 90% de matéria orgânica, 2% de fósforo e potássio, seu teor de nitrogênio pode passar de 6%. Verificou-se que a aplicação da torta de mamona em morango (Vignolo et al., 2011) e em beterraba (Fernandes et al., 2009; Silva et al., 2016) aumentou a produção. Embora seja utilizada, há pouca informação científica sobre seu potencial de uso como adubo orgânico na agricultura.

Devido a capacidade de produção das oleráceas, elas extraem do solo e exportam em suas partes comerciáveis grande quantidade de nutrientes por hectare, aumentando a importância do fornecimento de nutrientes, uma vez que as quantidades presentes no solo nem sempre são suficientes, além da necessidade de reposição do que é extraído e exportado. A junção de fatores como adubação e condições climáticas interfere diretamente na produção e na qualidade da couve-flor, sendo N, P e K os nutrientes essenciais que mais se destacam (Kano et al., 2010). Garcia et al. (2013) afirmam que o nitrogênio pode gerar mudanças na composição da planta, mais do que qualquer outro nutriente.

A cada ano, as pessoas vêm se preocupando mais com a qualidade dos produtos utilizados nas suas dietas, principalmente daqueles consumidos *in natura*, com aumento na procura por alimentos produzidos no sistema orgânico (Souza, 2009). Este mesmo autor relata que alimentos como espinafre, cenoura e maçã, que receberam adubação nitrogenada inorgânica diminuiriam o teor de matéria seca, a quantidade de potássio e de vitamina C em comparação a adubação orgânica. Como forma de minimizar estas perdas nutricionais nos alimentos, resíduos orgânicos ricos em N, P e/ou K vem sendo testados como alternativa aos adubos inorgânicos. A utilização destes resíduos na agricultura como fonte de nutrientes para as plantas, além de favorecer aumento na produção, também pode melhorar a qualidade dos alimentos.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência de doses e parcelamentos de torta de mamona em cobertura na produção, nutrição e características físico-químicas da couve-flor cultivada sob manejo orgânico.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP),

campus de Botucatu. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude Sul, 48° 34' de longitude Oeste e altitude de 740m.

O clima de Botucatu, segundo a classificação de Köppen, é do tipo *Cfa*, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com chuvas concentradas de novembro a março, sendo a precipitação anual de 1376 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 23°C (Cunha & Martins, 2009).

As principais características químicas do solo (0-20 cm) foram determinadas coletando uma amostra da área antes da implantação do experimento. Os resultados encontrados apresentaram os seguintes valores: pH = 6,0, matéria orgânica = 16 g dm⁻³, P_{resina} = 183 mg dm⁻³, V% = 88, Al³⁺, H+Al, K, Ca, Mg, SB, CTC igual a 0, 14, 2,9, 98, 7, 108 e 122 mmol_c dm⁻³, respectivamente. Não foi necessária a correção do solo, pois a saturação de bases estava adequada, segundo a recomendação de Trani et al. (1997).

Para a adubação de plantio foi utilizado apenas composto orgânico, conforme recomendação para a cultura (60 t ha⁻¹), exceto para a testemunha com adubação inorgânica, a qual constou de aplicação de adubos inorgânicos (60 kg ha⁻¹ de N, 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 180 kg ha⁻¹ K₂O), juntamente com o composto orgânico, segundo a recomendação de Trani et al. (1997). O composto orgânico foi incorporado ao solo cinco dias antes do transplante das mudas juntamente com a adubação inorgânica, de acordo com o tratamento. As características químicas do composto expressas em porcentagem ao natural foram: N = 0,7, P₂O₅ = 1,0, K₂O = 0,7, Ca = 6,8, Mg = 0,4, S = 0,4, umidade (65°C) = 22, matéria orgânica = 24 e C = 13.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliados 14 tratamentos, arranjos em esquema fatorial 3 x 4 + 2, sendo três doses de torta de mamona (2150, 3225 e 4300 kg ha⁻¹), combinadas com quatro parcelamentos em cobertura ($\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$, $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$, $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$, $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ da dose total em cada parcelamento), além de duas testemunhas (sem adubação em cobertura e adubação inorgânica em cobertura). Para a testemunha com adubação inorgânica os parcelamentos foram realizados aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante (DAT), conforme Trani et al. (1997), sempre com $\frac{1}{4}$ da dose recomendada em cada aplicação. Para os tratamentos com torta de mamona e com dois parcelamentos, as adubações ocorreram aos 20 e 40 DAT, enquanto que para aqueles com três parcelamentos, ocorreram aos 15, 30 e 45 DAT. Considerando-se que a liberação de nutrientes com o adubo orgânico (no caso a torta de mamona) é mais lenta que com o inorgânico, as aplicações (parcelamentos) foram em menor número (2 ou 3) que o recomendado para o inorgânico (4), visando redução no custo com mão de obra para a realização das mesmas.

Antes da implantação dos experimentos, foi realizada análise química do lote da torta de mamona utilizada, a qual apresentou os seguintes resultados, expressos em porcentagem (ao natural): N = 5,7, P₂O₅ = 1,0, K₂O = 0,9, Ca = 0,7, Mg = 0,4, S = 0,3, umidade (65°C) = 9, matéria orgânica = 82 e C = 46. As doses de torta de mamona foram baseadas na porcentagem de nitrogênio presente na mesma e foi considerado 100% a quantidade necessária para fornecer a dose média de N recomendada por Trani et al. (1997) que é de 107,5 kg ha⁻¹. Assim, as doses estudadas corresponderam a 107,5; 161,25 e 215 kg ha⁻¹ de N. No tratamento com adubação inorgânica foram utilizados a ureia e o cloreto de potássio como fontes de N (107,5 kg ha⁻¹) e K₂O (90 kg ha⁻¹), respectivamente.

Foi utilizado o híbrido Júlia. A semeadura foi realizada no dia 09/03/2016 em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato comercial. As mudas foram transplantadas no dia 05/04/2016, quando estavam formando a quarta folha definitiva, para canteiros de 1,20 m de largura, contendo três linhas no sentido longitudinal, espaçadas em 0,5 m entre linhas e 0,8 m entre plantas, totalizando 16 plantas por parcela, sendo avaliadas as dez plantas centrais.

O controle de plantas espontâneas foi realizado através de capinas ao longo do ciclo da cultura. Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, aplicando-se uma lâmina média de 3 mm por dia. As colheitas foram realizadas entre os dias 22/06 e 11/07/2016, a medida que cada inflorescência atingia o ponto comercial.

Foram analisadas as seguintes características: ciclo (DAT), número de folhas, diâmetro e altura da inflorescência, massa da matéria fresca da inflorescência e da parte vegetativa (caule e folhas), pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA) (Brasil, 2005), sólidos solúveis (SS) (A. O. A. C., 2005), índice de maturação (IM)/“Ratio” (Tressler & Joslyn, 1961), teores de açúcares redutores (AR), determinados pelo método descrito por Somogyi e adaptado por Nelson (1944), proteína bruta determinada pelo método de digestão proposto por Kjeldahl (Zenebon et al., 2008), massa da matéria seca da inflorescência, teor e acúmulo de macronutrientes na inflorescência da couve-flor. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando à determinação do teor de N e a digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg, S), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997). Os valores dos teores foram multiplicados pela massa da matéria seca da inflorescência para obtenção do acúmulo de macronutrientes.

Foi realizada análise de variância em esquema fatorial e análise de regressão para verificar o efeito das doses de torta de mamona nas características avaliadas. Para se comparar os parcelamentos, foi utilizado o teste de Tukey a 5% e para comparar os tratamentos com

adubação orgânica com a testemunha inorgânica utilizou-se o teste de Dunnett a 5%. As análises de variância, regressão e teste de Tukey foram feitos no programa Sisvar (Ferreira, 2011), enquanto que o teste de Dunnett foi realizado no programa Assistat 7.7 (Silva & Azevedo, 2016).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Doses e parcelamento de torta de mamona em cobertura

Características físicas e produção

Observou-se que apenas o fator doses de torta de mamona foi significativo para o ciclo, enquanto o fator parcelamentos e a interação entre doses x parcelamentos não foram significativos. Os dados de ciclo ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 1), com maiores valores estimados na ausência de torta de mamona em cobertura (86 DAT), com redução do ciclo para 84 DAT para a dose 2260 kg ha⁻¹ de torta de mamona. Apesar de significativo, a diferença foi de apenas dois dias.

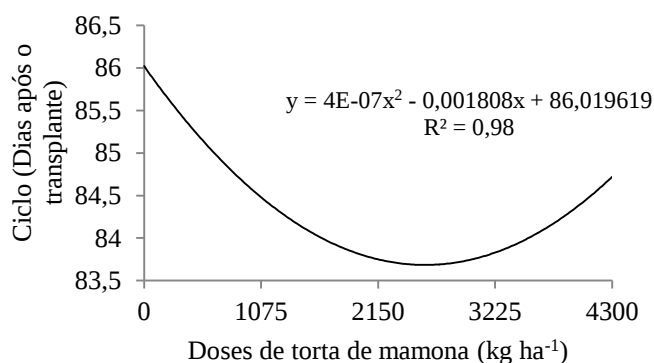


Figura 1: Ciclo da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

A torta de mamona, por ser rica principalmente em nitrogênio, pode conseguir acelerar o ciclo da cultura, uma vez que proporciona uma maior área foliar, permitindo com que a planta tenha mais fotoassimilados, transformando-os em energia para o seu desenvolvimento. Em girassol, Souza et al. (2010) observaram redução de até 13 dias no ciclo da cultura com a utilização de água residuária rica em nitrogênio (28,6 mg L⁻¹).

Tanto as médias do número de folhas como da massa da matéria fresca da parte vegetativa (caule e folhas), ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 2). Para o número de folhas, estima-se o máximo valor de 19 folhas por planta com a dose 3910 kg ha⁻¹. Para a massa da matéria fresca, apesar de ser melhor representada por uma equação quadrática, não teve o máximo atingido, com aumento até a maior dose, passando de 353,6 g por planta na dose 0

para 1002,1 g na maior dose (4300 kg ha⁻¹), com aumento de 648,5g planta⁻¹, ou seja, cerca de 183%.

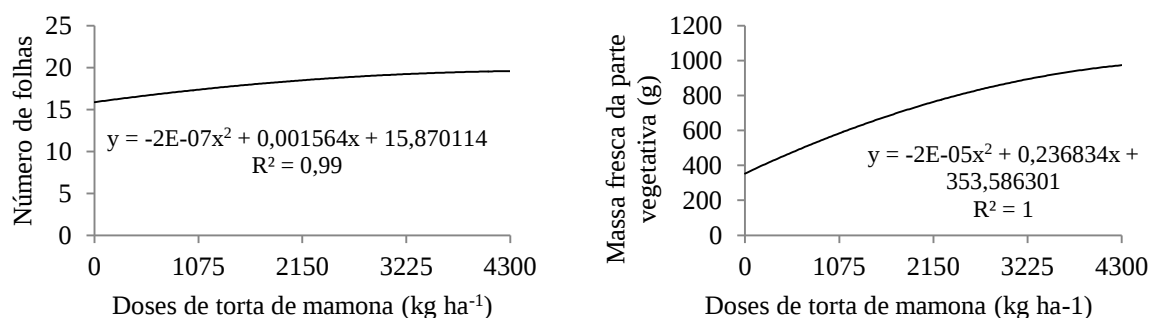


Figura 2: Número de folhas e massa da matéria fresca da parte vegetativa por planta de couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

O N é um dos nutrientes mais acumulados na planta de couve-flor e o que mais influencia as características vegetativas em hortaliças herbáceas. Souza (2008) relatou efeito quadrático para o número de folhas em alface com doses de torta de mamona no plantio. Martins et al. (2013) observaram que a utilização de fontes orgânicas na adubação da alface, inclusive através de torta de mamona, incrementa em mais de 60% o número de folhas em relação a não utilização de adubação. O aumento observado com couve-flor é, proporcionalmente, inferior ao de outras hortaliças herbáceas, como a alface, pois a partir do início da formação da inflorescência, parte dos nutrientes é translocado das folhas para a inflorescência (Castoldi et al., 2009), com redução no número de folhas ainda verdes quanto mais avançado no ciclo (Cardoso et al., 2016). Kano et al. (2010) não observaram diferença no número de folhas ao final do ciclo ao estudarem doses de N (ureia) em cobertura, com média de 23,4 folhas por planta. Candian et al. (2015) relataram efeito quadrático para o número de folhas por planta em couve-flor ao estudarem doses de composto orgânico na adubação de plantio, o que confirma que a utilização de matéria orgânica na adubação desta espécie favorece aumento nesta característica até certo limite, podendo, em doses elevadas, provocar redução.

Aumento em características vegetativas, como número e massa de folhas por planta, também foram relatadas em outras brássicas com a utilização de adubação orgânica (Diniz et al., 2008; Steiner et al., 2009). No entanto, todas estas pesquisas referem-se a aplicação antes do plantio. Em beterraba, Silva et al. (2016) observaram efeito linear crescente para a massa fresca e seca da parte aérea da beterraba com aumento das doses de torta de mamona (0 a 6000 kg ha⁻¹) também em cobertura.

Para o parcelamento, apenas o número de folhas por planta foi significativo (Tabela 1), sendo que o parcelamento $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ proporcionou maior número em relação ao $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$ e

ao $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$. Apesar de significativo, foram apenas 1,6 folhas por planta a mais, ou cerca de 5% de diferença. Observa-se que o número de folhas ainda verdes ao final do ciclo foram menores nos tratamentos em que as adubações em cobertura terminaram mais cedo no ciclo e maiores justamente no tratamento em que se colocou maior quantidade ($\frac{1}{3}$) na última aplicação aos 45 DAT, mostrando que a torta de mamona, provavelmente pela liberação de N, favorece a manutenção de maior quantidade de folhas até a colheita.

Tabela 1: Número de folhas por planta de couve-flor em função dos parcelamentos da torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

Parcelamentos	Número de folhas por planta
$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	19,05 ab
$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	20,03 a
$\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	18,43 b
$\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	18,86 b
CV(%)	5,39

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação entre os fatores doses e parcelamentos foi significativa para a característica massa fresca da inflorescência (Tabela 2, Figura 3). Observou-se que nas maiores doses de torta de mamona (3225 e 4300 kg ha⁻¹) os parcelamentos não influenciaram a massa fresca da inflorescência (Tabela 2). Por outro lado, na menor dose (2150 kg ha⁻¹) o parcelamento $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ foi o que resultou em maior massa fresca da inflorescência, com valor superior ao parcelamento $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$.

Tabela 2: Massa fresca da inflorescência da couve-flor em função dos parcelamentos da aplicação da torta de mamona em cobertura para cada dose utilizada. São Manuel, SP, 2016.

Parcelamentos	Doses (kg ha ⁻¹)		
	2150	3225	4300
	(g)		
$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	341,60 ab	401,19 a	513,63 a
$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	394,57 ab	465,35 a	590,25 a
$\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	229,42 b	430,00 a	506,56 a
$\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	399,08 a	513,00 a	423,81 a
CV (%)	20,35		

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que para a maioria dos parcelamentos os valores de massa fresca da inflorescência foram crescentes com aumento das doses, exceto para o parcelamento $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$, onde os dados se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 3).

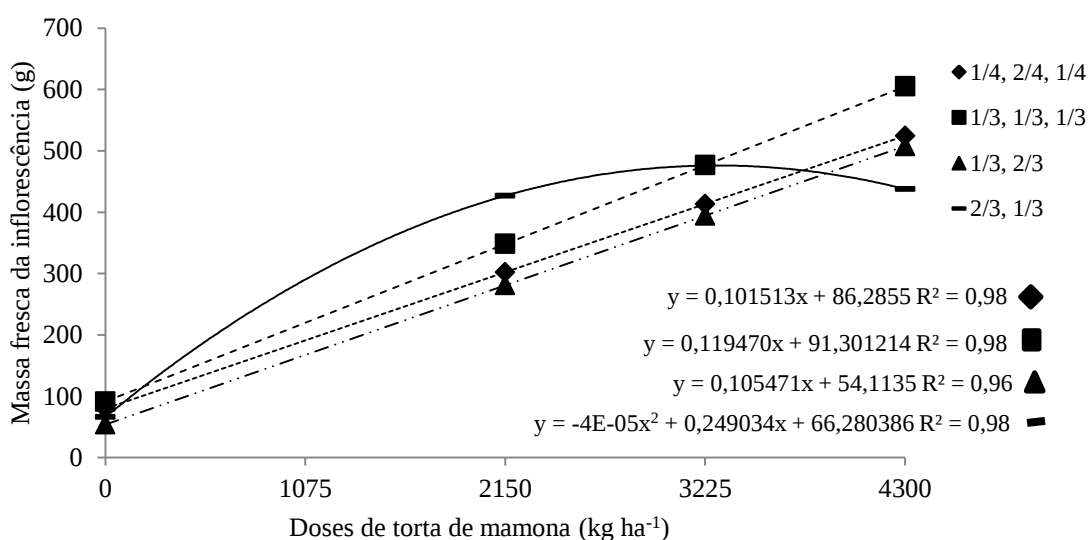


Figura 3: Massa fresca da inflorescência da couve-flor em função das doses para cada parcelamento da torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

Estes resultados indicam a importância de se aplicar uma quantidade mínima de torta de mamona ainda na fase vegetativa da planta, provavelmente para suprir o desenvolvimento da área foliar e, conseqüentemente, favorecer a formação de inflorescências com maior massa fresca, pois o tratamento em que se aplicou maior proporção nesta fase inicial do ciclo ($\frac{2}{3} +$

$\frac{1}{3}$) foi superior apenas na menor dose de torta de mamona. Quando se aumentou a dose, mesmo em proporções menores na 1ª aplicação a quantidade já foi suficiente para suprir esta fase do ciclo. Segundo Castoldi et al. (2009), o nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura, sendo que as maiores exigências de nitrogênio ocorrem entre os 28 e 56 DAT, favorecendo a formação de folhas e caule. Porém, a partir de 56 DAT, período em que a planta está em seu maior crescimento absoluto, o nitrogênio passa a ser translocado para a inflorescência, a qual acumula continuamente o mesmo e há aumento de massa fresca. O número de DAT para início da formação da inflorescência varia de acordo com o genótipo e com as condições ambientais, o que dificulta a comparação apenas com o número de dias, necessitando se conhecer o estágio da planta. Além disto, deve-se ressaltar que a liberação de nutrientes pela torta de mamona é mais lenta em comparação aos adubos inorgânicos, necessitando ser aplicada antes.

Em abacaxi, foi observado que o parcelamento do nitrogênio com $\frac{2}{3}$ antes da indução floral e $\frac{1}{3}$ depois proporcionou frutos maiores e mais pesados em relação aos tratamentos que receberam toda adubação após a indução ou metade antes e metade depois, sendo que o maior fornecimento de nitrogênio foi antes da indução floral, ou seja, na fase que antecede grandes absorções de nutrientes (Marques et al., 2011). Avaliando doses e fontes de adubação nitrogenada na couve-da-Malásia, Zanão Júnior et al. (2005) observaram que a adubação com três parcelamentos iguais ($\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$) proporcionou maior produção quando comparado com dois parcelamentos, independente da proporção.

Na presente pesquisa, o melhor parcelamento foi com duas aplicações ($\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$), sem diferir dos tratamentos com três aplicações (Tabela 2). Considerando-se que quanto menor o número de parcelamentos, menor o custo com mão de obra para realizar a adubação, é mais vantajoso parcelar em duas vezes na proporção $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$. Além disto, a torta de mamona não tem a mesma dinâmica de liberação de nutrientes que os adubos inorgânicos, o que favorece a utilização de menor número de parcelamentos, desde que a dose não seja muito elevada, principalmente na fase final do ciclo.

Para cada 1000 kg ha⁻¹ de torta de mamona aplicada na adubação em cobertura, houve acréscimo de 101, 119 e 105g na inflorescência da couve-flor para os parcelamentos $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$; $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ e $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$, respectivamente (Figura 3). Os valores variaram de 86,3 a 522,8 g, 91,3 a 605 g e 54,1 a 507,6 g por planta na menor (zero) e na maior (4300 kg ha⁻¹) dose, para os parcelamentos $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$; $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ e $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$, respectivamente, com aumento médio de 635 %.

Para o parcelamento $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$, os valores se ajustaram ao modelo quadrático, com a máxima massa fresca da inflorescência estimada em 454 g para a dose de 3113 kg ha⁻¹ de torta de

mamona em cobertura, o equivalente a aproximadamente 156 kg ha^{-1} de N. Após esta dose, os valores de massa fresca da inflorescência apresentaram pequena redução, com estimativa de 397 g na maior dose. Este resultado deve ser reação da planta ao excesso de torta de mamona colocado de uma única vez no início do ciclo no parcelamento $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ (2866 kg ha^{-1} de torta de mamona na primeira adubação, ou seja, 146 kg ha^{-1} de N) quando a planta ainda estava na fase vegetativa. Souza (2008) observou que doses elevadas de torta de mamona no plantio (a partir de 150 kg ha^{-1} de N) causou redução na produtividade da alface, enquanto que para as mesmas doses em equivalência de N, quando utilizou bokashi e adubação mineral, houve incremento linear na produtividade. Além disto, Anandan et al. (2005) e Kim (2006) relatam que são consideráveis os efeitos tóxicos de determinadas substâncias presentes nas torta vegetais. No caso da torta de mamona, uma destas substâncias deve ser a ricina (Fonseca et al., 2014). Neste caso, outra possibilidade é a possível relação de especificidade entre fitotoxicidade e a espécie vegetal.

Os aumentos na massa fresca da inflorescência variaram de 550 a 840%, dependendo do parcelamento. Estas diferenças devem estar relacionadas a “qualidade” do solo, principalmente ao teor de matéria orgânica, fertilidade inicial e adubação antes do plantio. Em plantas que não receberam nenhuma adubação de cobertura foram obtidas plantas com massa fresca média da inflorescência de no máximo 90 g. Silva et al. (2016) obtiveram aumentos lineares de produção em beterraba quando não foi realizada adubação inorgânica antes do plantio no mesmo solo. No entanto, quando realizaram adubação antes do plantio, a torta de mamona em cobertura não influenciou a produção.

Para as características de diâmetro e altura da inflorescência não foram observadas interação significativa entre os fatores doses e parcelamento. Não se observou efeito do parcelamento para o diâmetro e a altura da inflorescência, apresentando média geral de 13,77 e 8,86 cm, respectivamente. Entretanto, ambas as características foram significativos para doses (Figura 4). O diâmetro aumentou 1,75 vezes e a altura passou de 6,71 cm para 9,31 cm, aumento de 2,6 cm.

As inflorescências apresentaram seu maior diâmetro estimado em 13,8 cm na dose de $3856,25 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto que a altura, apesar de ser melhor representada por uma equação quadrática, não teve um ponto de máximo atingido, com maior valor (9,31 cm) na maior dose (Figura 4).

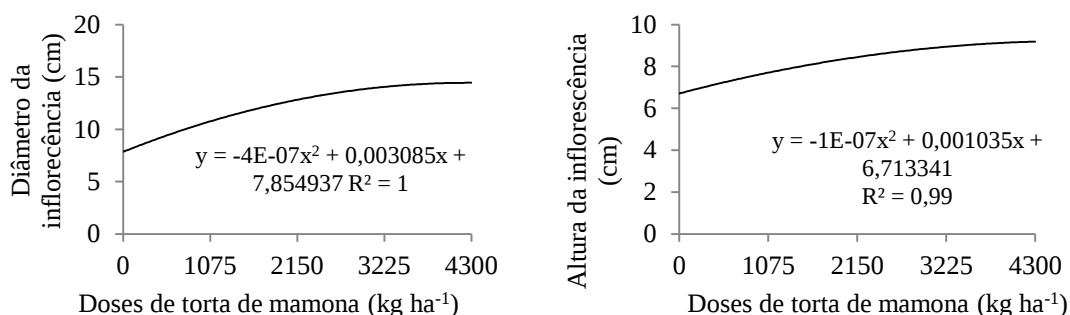


Figura 4: Diâmetro e altura da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

A couve-flor é um produto usualmente vendido pelos produtores por unidade, sendo seu diâmetro e altura importantes em relação ao aspecto visual na hora da escolha pelo consumidor, além disso, a massa do produto também irá interferir na decisão, sendo estes três aspectos físicos, os principais durante a comercialização. Portanto, percebe-se que a adubação com torta de mamona em cobertura é benéfica para a produção de couve-flor.

Características físico-químicas

Não houve interação entre os fatores para todas as características avaliadas, sendo estas significativas apenas para os fatores isolados.

Apenas o pH variou de acordo com o parcelamento (Tabela 4), tendo a aplicação na proporção de $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$ apresentado maior valor em relação a $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$.

Tabela 4: pH da inflorescência da couve-flor em função do parcelamento da torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

Parcelamentos	pH*
$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	6,87 a
$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	6,67 b
$\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	6,71 ab
$\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	6,79 ab
CV(%)	2,26

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação às doses, observou-se que o pH, os sólidos solúveis, o índice de maturação, a porcentagem de proteína bruta e o teor de açúcares redutores foram crescentes com o aumento das doses, ao contrário da acidez titulável e do ácido ascórbico, que tenderam a diminuir com o aumento das doses de torta de mamona em cobertura (Figura 5).

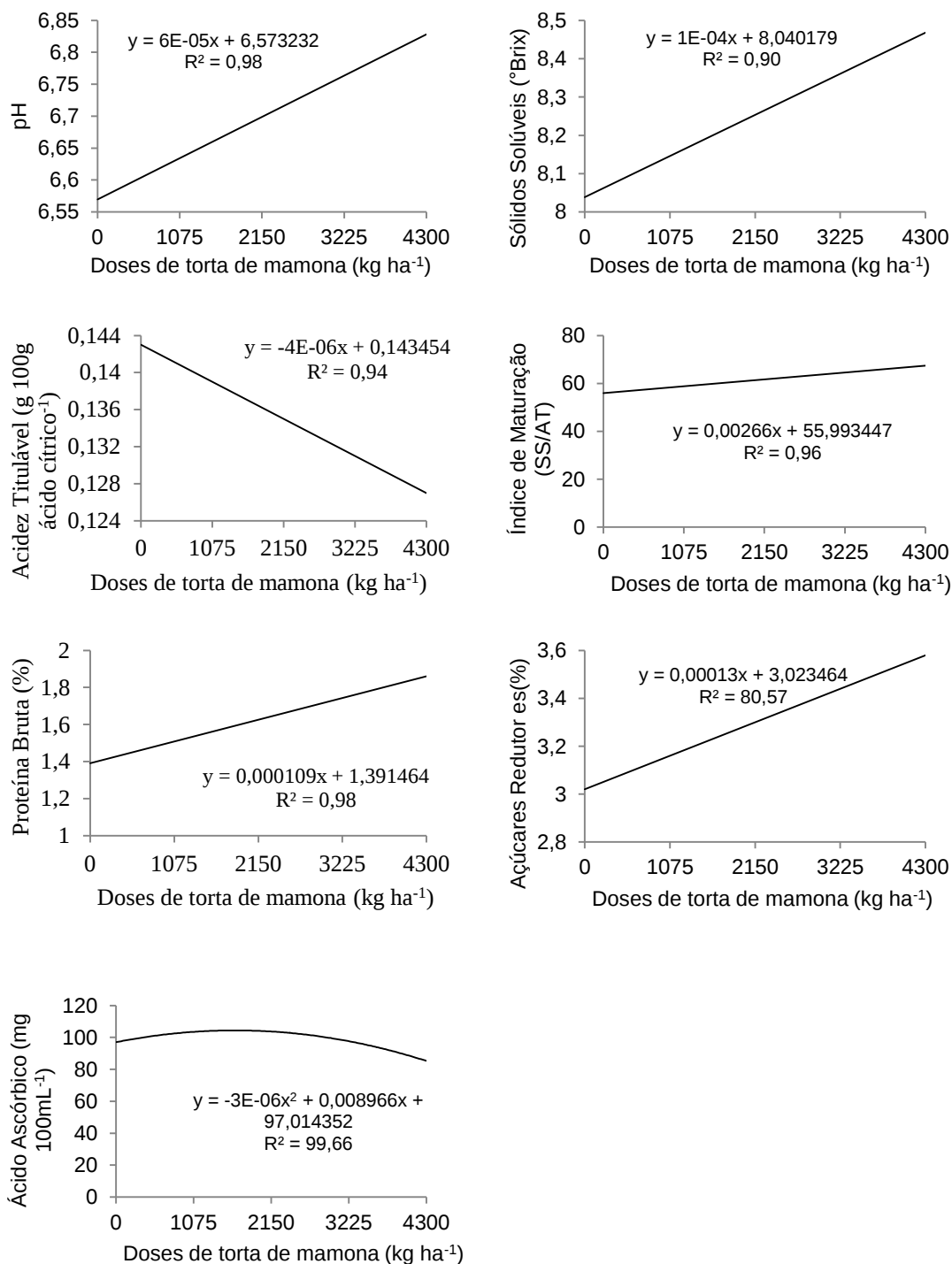


Figura 5: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação, proteína bruta, açúcares redutores e ácido ascórbico da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

O valor do pH aumentou de 6,57 para 6,83, da menor para a maior dose, respectivamente (Figura 5), valores similares aos encontrados por Kano et al. (2010) e Godoy et al. (2012) também em inflorescências de couve-flor. Apesar de significativo, a oscilação da dose 0 para a maior dose de torta de mamona em cobertura, foi mínima, assim como a acidez titulável que variou apenas 0,02 g 100g de ácido cítrico⁻¹. Os açúcares redutores variaram de 3,0%, para as inflorescências que não receberam adubação em cobertura, para 3,6% naquelas que receberam a dose máxima de torta de mamona. Godoy et al. (2012), apesar de não observarem significância, relatam variação de 3,45 para 3,86 % em inflorescências adubadas com doses crescentes de K em cobertura. Neste experimento, a dose de potássio aproximada máxima foi de 39 kg ha⁻¹, baseando na porcentagem deste nutriente na análise da torta de mamona, enquanto que Godoy et al. (2012) variou de 0 a 200 kg ha⁻¹ do mesmo, porém tendo o cloreto de potássio como fonte. A porcentagem de proteína bruta se elevou com o aumento das doses, comportamento similar ao experimento realizado com repolho por Aquino et al. (2005), isso porque o nitrogênio é um dos principais constituintes das proteínas, uma vez que são formadas pelos aminoácidos. Os valores dos sólidos solúveis aumentaram com as doses crescentes (8,0 a 8,4 °Brix), ao contrário do ácido ascórbico que apresentou uma tendência de queda (97 para 80 mg 100mL⁻¹), sendo estes valores superiores aos relatados por Kano et al. (2010) e Godoy et al. (2012), que observaram valores médios de 6,95 e 6,30 °Brix e 48,5 e 40,9 mg 100mL⁻¹, respectivamente. Esta diferença pode ter ocorrido por se tratar de genótipos diferentes, além das condições ambientais e de manejo.

Massa da matéria seca, teores e acúmulo de macronutrientes

Para a massa da matéria seca da inflorescência, a interação entre os fatores não foi significativa, no entanto, para as doses de torta de mamona o efeito foi significativo e se ajustou ao modelo quadrático (Figuras 6).

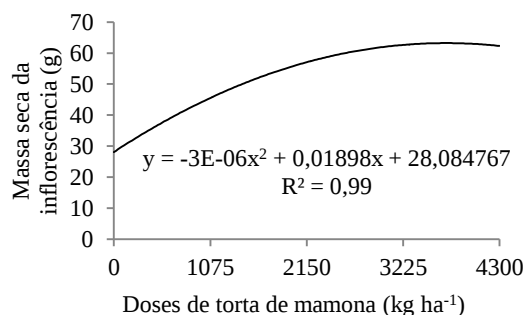


Figura 6: Massa da matéria seca da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

A massa da matéria seca da inflorescência apresentou seu máximo valor estimado em 58,1 g, na dose de 3163,3 kg ha⁻¹ de torta de mamona (Figura 8), o que corresponde a 158,2 kg ha⁻¹ de N. Din et al. (2007) e Kano et al. (2010) mostram que a adubação nitrogenada favoreceu a produção de brássicas. Smith (2009) observou incremento linear na massa seca em alface com aumento das doses de torta de mamona no plantio (correspondente a até 240 kg ha⁻¹ de N), assim como Silva et al. (2016), estudando doses de torta de mamona (0 a 6000 kg ha⁻¹) em cobertura (correspondente a até 288 kg ha⁻¹ de N), sem adubação inorgânica no plantio, na produção de beterraba, observaram aumento em todas as características vegetativas e relacionadas à produção, inclusive a massa seca.

Para a massa seca de inflorescência foram obtidos maiores valores quando a torta foi aplicada em duas vezes nas proporções de $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$ em relação à $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$ (Tabela 6). Essa tendência pode ter ocorrido porque quando se aduba nas proporções de $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$, a maior quantidade de adubo é colocada mais tardiamente, e, por se tratar de fonte orgânica, a liberação é mais lenta e pode não ter ocorrido nas quantidades necessárias quando a planta mais precisava.

Tabela 6: Massa seca da inflorescência da couve-flor em função do parcelamento da torta de mamona em cobertura. São Manuel, SP, 2016.

Parcelamento	Massa seca de inflorescência (g)
$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	59,82 ab
$\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	61,49 ab
$\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	50,86 b
$\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	70,83 a
CV(%)	26,90

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se grande variação na massa da matéria seca ao se comparar a testemunha sem adubação em cobertura (28,1 g de matéria seca por inflorescência) em relação ao tratamento com maior massa seca (58,1 g para a dose de 3163,3 kg ha⁻¹ de torta de mamona), ou seja, aumento de mais de 100%.

A interação entre doses e parcelamentos não foi significativa, assim como para o fator parcelamentos para os teores de todos os macronutrientes na inflorescência. Entretanto, observou-se resposta significativa nos teores de N, P, K e Ca na inflorescência para o fator doses. Os fatores analisados não influenciaram os teores de Mg e S, apresentando média geral

de $1,69 \text{ g kg}^{-1}$ de MS (CV = 9,3 %) e $1,38 \text{ g kg}^{-1}$ de MS (CV = 17,41 %), respectivamente. O teor de nitrogênio, fósforo e cálcio se ajustaram ao modelo linear, e o de potássio ao modelo quadrático (Figura 7).

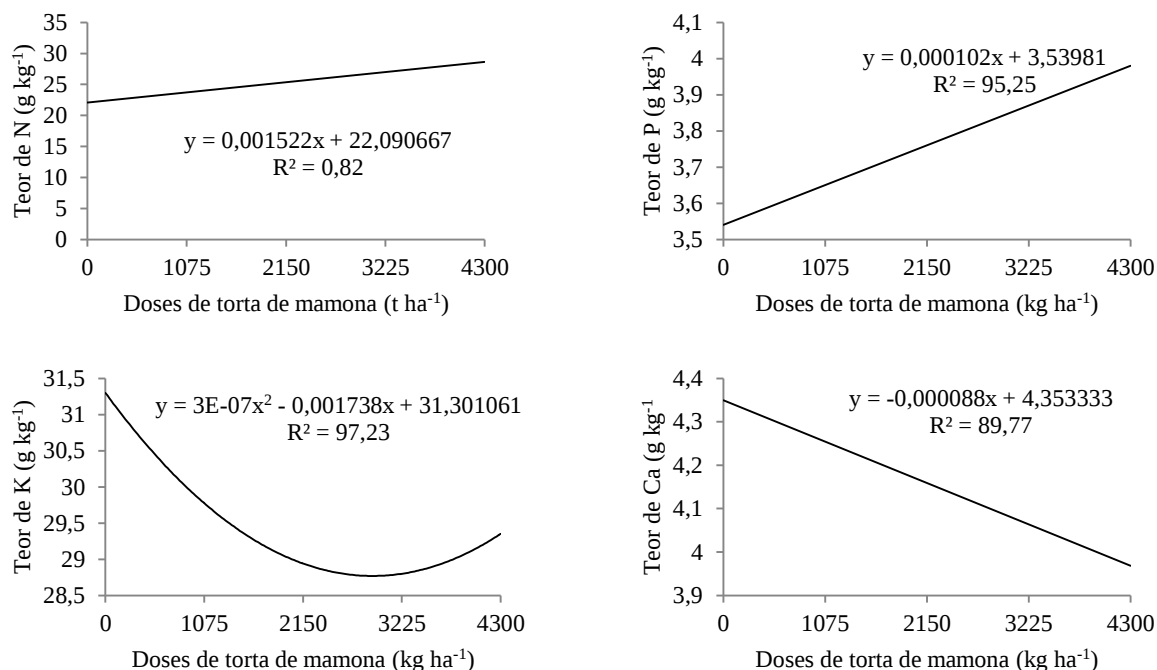


Figura 7: Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. São Manuel - SP, 2016.

O nitrogênio e o fósforo tiveram comportamento crescente com o aumento das doses (Figura 9), isso por que a torta de mamona possui, em média, 5% de N e 1% de P, tendendo a aumentar os teores destes na inflorescência a medida que há maior disponibilidade destes nutrientes. No caso do N existem relatos em algumas culturas de aumento nos teores com o aumento da disponibilidade deste nutriente, às vezes até além do necessário, quando é denominado de absorção de luxo (Argenta et al., 2002; Damasceno et al., 2012; Braun et al., 2013).

Camargo et al. (2008), testando doses de nitrogênio em cobertura (100 a $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$), também observaram teores crescentes de N com o aumento das doses, variando de $29,4$ a $39,8 \text{ g kg}^{-1}$. Os valores superiores relatados por estes autores podem ter ocorrido devido as elevadas doses de nitrogênio inorgânico utilizado, que resultou em resposta linear crescente com o aumento das doses.

O potássio se ajustou ao modelo quadrático, com mínimo teor ($28,78 \text{ g kg}^{-1}$) na dose de $2896,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de torta de mamona em cobertura. Após esta dose os teores de K apresentaram aumento muito pequeno, ou seja, praticamente se estabilizaram. O K, apesar de facilmente translocado pela planta, é bastante acumulado nas folhas, similar ao comportamento de

absorção do nitrogênio (Takeishi et al., 2009). Entretanto, a quantidade de nitrogênio (5,7% de N) presente na torta de mamona é bem maior que a de potássio (0,9% de K_2O), o que levar a desbalanço na absorção entre esses nutrientes. Com aumento das doses de torta de mamona, houve aumento na massa seca até certa dose (3163 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura) e depois pequena redução (Figura 7), ou seja, efeito inverso ao teor de K, ou seja, pode ter ocorrido o denominado efeito diluição. Esse fenômeno foi relatado por alguns autores que estudaram culturas como inhame (Oliveira et al., 2013) e melão (Melo et al., 2011).

O Ca, apesar de também presente na composição da torta de mamona, é um nutriente pouco móvel na planta (Araújo et al., 2015), acumulando-se preferencialmente nas folhas da couve-flor (Cardoso et al., 2016), sendo que o decréscimo do seu teor pode ter ocorrido pelo efeito diluição.

A média geral dos teores ficaram em 28,11 g kg⁻¹ de N, 4,30 g kg⁻¹ de P, 44,53 g kg⁻¹ de K, 4,40 g kg⁻¹ de Ca, 2,21 g kg⁻¹ de Mg e 1,80 g kg⁻¹ de S. A ordem decrescente dos teores na inflorescência foi K>N>Ca≈P>Mg>S.

Alves et al. (2011), avaliando o híbrido Verona em substrato, observaram teores similares de N (28,07 g kg⁻¹) e Mg (2,04 g kg⁻¹), entretanto, os teores de P, K e S, foram superiores, com valores de 6,18; 53,24 e 9,85 g kg⁻¹ e inferior para Ca, 1,67 g kg⁻¹. O genótipo e o ambiente de cultivo, juntamente com a fertilidade do solo e a adubação realizada tem grande influência na absorção dos nutrientes, podendo ser os responsáveis pela promoção das diferenças entre os diferentes autores.

Não foi observada interação significativa para doses e parcelamentos para acúmulo de macronutrientes na inflorescência. Entretanto, observou-se efeito significativo das doses de torta de mamona em cobertura para todos os nutrientes avaliados e não foi observado efeito significativo para o fator parcelamentos.

Os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio na inflorescência aumentaram linearmente à medida que se elevaram as doses de torta de mamona em cobertura, alcançando, na maior dose, 1,94; 0,27; 1,99 e 0,12 g inflorescência⁻¹, respectivamente (Figura 8).

Os acúmulos de cálcio e do enxofre tiveram tendências semelhantes ao acúmulo de matéria seca (Figura 8), se ajustando ao modelo quadrático, com máximos estimados em 0,28 e 0,09 g inflorescência⁻¹ nas doses de 3950 e 3625 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura, respectivamente.

A ordem decrescente dos nutrientes acumulados na inflorescência foi K≈N>Ca≈P>Mg>S, com médias de 1,99; 1,94; 0,28; 0,27; 0,12 e 0,09 g inflorescência⁻¹, respectivamente.

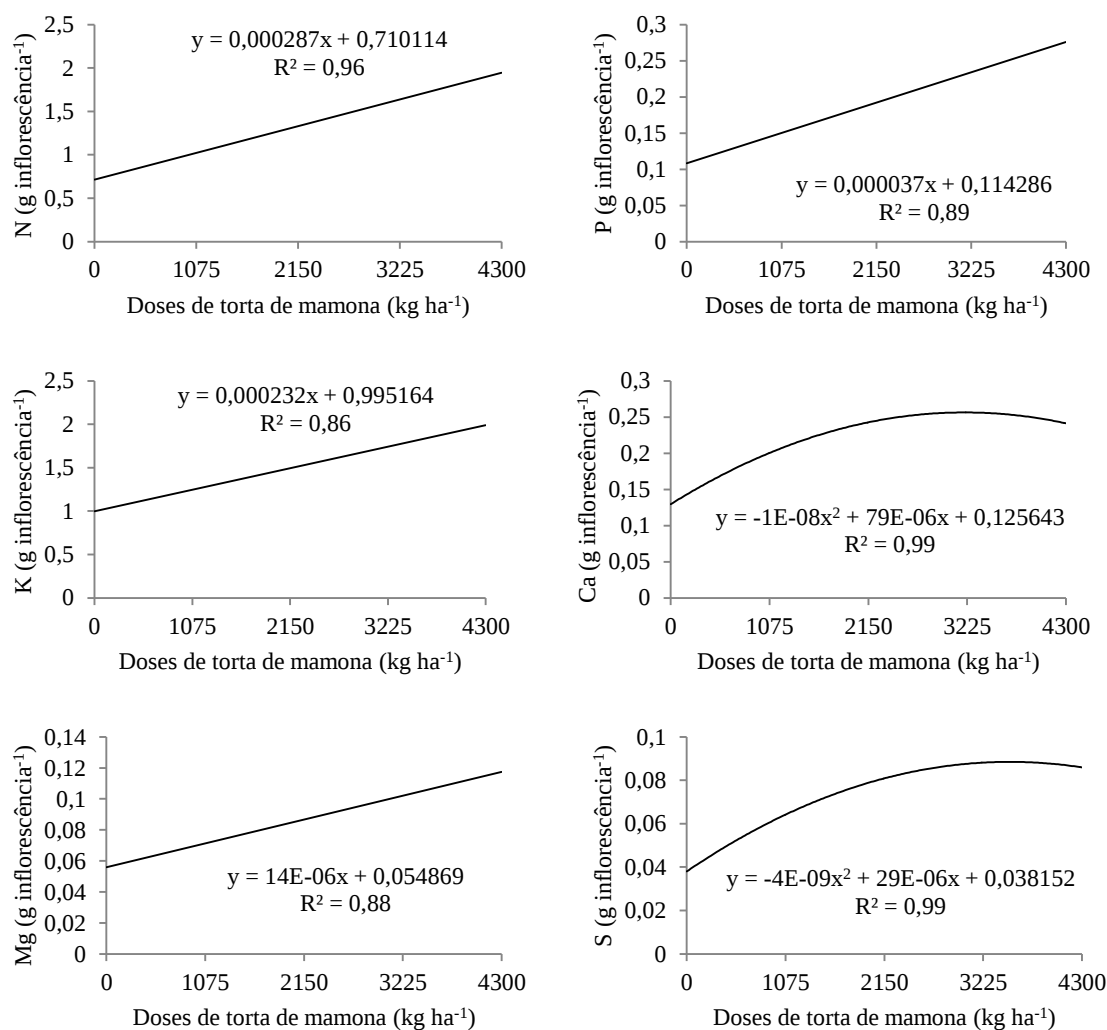


Figura 8: Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona. São Manuel, SP, 2016.

Assim como Alves et al. (2011), o potássio, seguido do nitrogênio, foram os nutrientes mais acumulados pela inflorescência. No entanto, Sánchez et al. (2001), Castoldi et al. (2009) e Takeishi et al. (2009) constataram que o nitrogênio foi o nutriente mais acumulado, seguido do potássio. As diferenças nas ordens acumuladas de macronutrientes nos trabalhos citados podem ser atribuídas a cultivar, as condições ambientais a qual as plantas foram cultivadas, a fertilidade do solo e a nutrição das plantas como explica Cecílio Filho & Peixoto (2013). No entanto, os resultados não são tão discrepantes, mostrando que o N e o K realmente são os nutrientes mais acumulados pela planta.

Os valores acumulados de N variaram de 0,71 a 1,94 g inflorescência⁻¹. Sánchez et al. (2001), Souza et al. (2007) e Castoldi et al. (2009) observaram valores acima de 3 g inflorescência⁻¹. Estes valores muito elevados obtidos por estes autores podem estar

relacionados ao valor da massa da matéria seca, uma vez que são híbridos e condições de cultivo diferentes.

O fósforo variou de 0,11 a 0,27 g inflorescência⁻¹, sendo estes valores próximos aos encontrados por Alves et al. (2011) e Castoldi et al. (2009), que foram de 0,17 e 0,27 g inflorescência⁻¹, respectivamente. Apesar da elevada demanda por adubação fosfatada nos boletins de adubação, este nutriente foi apenas o terceiro mais acumulado nos experimentos desenvolvidos por Sánchez et al. (2001) e Takeishi et al. (2009) e o quarto mais acumulado na presente pesquisa e nos locais relatados por Castoldi et al. (2009) e Alves et al. (2011).

O potássio teve incremento de quase 100%, passando de 1,00 g inflorescência⁻¹ na testemunha sem adubação para 1,99 g inflorescência⁻¹ na maior dose. Estes valores corroboraram com os de Sánchez et al. (2001) (1,48 g inflorescência⁻¹), Takeishi et al. (2009) (1,15 g inflorescência⁻¹) e Alves et al. (2011) (1,27 g inflorescência⁻¹). Segundo Takeishi et al. (2009), este nutriente é bastante acumulado nas folhas, e, devido sua fácil mobilidade na planta, pode ser translocado para a inflorescência, sendo sua absorção similar ao comportamento do nitrogênio.

O cálcio ocupou a terceira colocação entre os macronutrientes mais acumulados pela inflorescência da couve-flor, tendo valores variando de 0,13 a 0,28 g inflorescência⁻¹. Valores similares foram observados por Takeishi et al. (2009), que encontraram acúmulo de 0,17 g inflorescência⁻¹ no híbrido Verona, e Sánchez et al. (2001) na cv. Profil (0,27 g inflorescência⁻¹). Takeishi et al. (2009) observaram que este nutriente foi o terceiro mais acumulado em toda planta, com um percentual acima de 90% presente nas folhas, isso porque o cálcio possui baixa mobilidade nas plantas (Araújo et al., 2015), além disso, nas folhas, mais do que em outros órgãos, ocorre maior corrente transpiratória, fazendo que ocorra maior locomoção do mesmo para elas, sendo pouco encontrado na inflorescência (Takeishi et al., 2009).

O magnésio foi o quinto nutriente mais acumulado, uma vez que sua maior concentração encontra-se nas folhas (Sánchez et al., 2001; Takeishi et al., 2009; Castoldi et al., 2009; Alves et al., 2011) por estar relacionado a função enzimática em reações fosforilativas e na clorofila (Malavolta et al., 1997), atuando nos processos de fotossíntese, respiração e síntese de compostos orgânicos, sendo que, na inflorescência, seu acúmulo ocorre nas últimas três semanas anteriores à colheita (Takeishi et al., 2009).

O enxofre variou de 0,04 para 0,09 g inflorescência⁻¹. Estes valores foram muito inferiores aos encontrados por Takeishi et al. (2009), Castoldi et al. (2009) e Alves et al. (2011), que relataram acúmulo de enxofre de 0,52; 0,32 e 0,27 g inflorescência⁻¹, respectivamente. Takeishi et al. (2009) relatam que este nutriente é muito acumulado na inflorescência nos últimos 15 dias que antecedem a colheita. Entretanto, a partir dos 75 dias após a semeadura,

ele é muito acumulado pelas folhas ($1,67 \text{ g inflorescência}^{-1}$), sendo as brássicas consideradas acumuladoras de enxofre, principalmente nas sementes (Magro et al., 2009; Cardoso et al., 2016).

Comparação com adubação inorgânica

Características físicas e produção

Observou-se que o número de folhas foi inferior em todos os tratamentos, exceto o que aplicou 4300 kg ha^{-1} torta de mamona em cobertura aplicada na proporção de $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$, comportamento similar à massa fresca da inflorescência. O ciclo não diferiu para o teste de Dunnet em nenhum tratamento, tendo média geral de 84,6 DAT. A massa fresca da parte vegetativa oscilou a tendência, provavelmente por comportar-se de maneira quadrática na regressão. Para a característica massa fresca da inflorescência, observou-se que apenas o tratamento na dose máxima (4300 kg ha^{-1}) parcelado em três vezes iguais proporcionou valor semelhante ao inorgânico. Tasosa et al. (2001), testando torta de mamona em tomate, verificaram que não houve diferença na produção ao utilizar tortas e adubos inorgânicos. Observou-se que para obter diâmetros e alturas da inflorescência similares ao tratamento com adubo inorgânico é necessária uma adubação com torta de mamona de pelo menos 2150 kg ha^{-1} , desde que a mesma seja aplicada aos 15 e 30 dias, concentrando a maior aplicação no início, enquanto que, se as doses forem aumentadas, torna-se indiferente a aplicação de duas ou três vezes (Tabela 3), sendo mais econômico apenas duas aplicações, devido à redução do custo com mão de obra

Tabela 3: Médias de diâmetro, altura, massa fresca de inflorescência (MFI) e parte vegetativa (MFPV), número de folhas (NF) e ciclo dos tratamentos com adubação com torta de mamona comparadas com o tratamento de adubação inorgânica. São Manuel, SP, 2016.

TRATAMENTO	NF	Ciclo	MFPV	MFI	Diâmetro	Altura
2150 kg ha ⁻¹ : ¼ + ²/₄ + ¼	18,68*	85,48	743,45*	341,60*	11,86*	8,11*
2150 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃	19,53*	82,75	816,23*	394,57*	13,41	8,41*
2150 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ²/₃	17,57*	85,29	611,86*	229,42*	10,70*	7,53*
2150 kg ha ⁻¹ : ²/₃ + ¹/₃	18,75*	83,90	896,40	399,08*	14,10	8,95
3225 kg ha ⁻¹ : ¼ + ²/₄ + ¼	19,18*	85,75	803,55*	401,19*	12,69*	8,24*
3225 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃	19,87*	83,93	894,84	465,35*	14,03	9,08
3225 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ²/₃	18,95*	85,93	856,20*	430,00*	13,65	9,03
3225 kg ha ⁻¹ : ²/₃ + ¹/₃	19,23*	82,83	950,84	513,00*	14,54	9,33
4300 kg ha ⁻¹ : ¼ + ²/₄ + ¼	19,86*	85,40	1004,72	513,63*	14,30	8,92
4300 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃	20,53	83,53	1041,23	590,25	14,68	9,28
4300 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ²/₃	18,93*	86,22	950,70	506,56*	13,85	8,87
4300 kg ha ⁻¹ : ²/₃ + ¹/₃	18,53*	85,39	830,28*	423,81*	14,01	8,97
INORGÂNICA	22,03	81,65	1172,10	746,44	16,15	10,13
SEM ADUBAÇÃO	15,82*	86,04	327,60*	70,91*	7,61*	6,57*
CV (%)	5,13	2,83	17,02	20,30	11,29	8,97

Médias seguidas por *, nas colunas, possuem médias inferiores ao tratamento com adubação inorgânica pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Considerando-se as três características mais importantes na comercialização (massa fresca, diâmetro e altura da inflorescência), pode-se inferir que o tratamento que apresentou resultados similares ao inorgânico foi a aplicação de 4300 kg ha⁻¹ da torta de mamona em cobertura aplicada na proporção de ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃ aos 15, 30 e 45 DAT.

A máxima produção foi estimada com doses variando de 3100 a 4300 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura, ou seja, a quantidade de nitrogênio requerida variou de 156 a 215 kg

ha⁻¹ para obtenção de resultados satisfatórios de tamanho e produção, estando estes valores próximos da faixa de recomendação feita por Trani et al. (1997), que vai de 15 a 200 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Características físico-químicas

Quando se realizou a comparação de todos os tratamentos com a testemunha com adubação inorgânica, observou-se que para a maioria das características não foram observadas diferenças (Tabela 5). Já para os teores de açúcares redutores foram observadas diferenças, sendo alguns tratamentos em que se utilizou torta de mamona em cobertura, principalmente nas maiores doses, com valores superiores em relação à com adubação inorgânica, indicando que a adubação orgânica aumentou a doçura da couve-flor. Além disso, o valor da proteína bruta foi superior na maior dose de torta de mamona em cobertura quando comparada a adubação inorgânica.

Tabela 5: Médias de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), açúcares redutores (AR), índice de maturação (IM – “ratio”) e proteína bruta (PB) dos tratamentos com adubação com torta de mamona em cobertura comparadas com o tratamento sem adubação em cobertura e adubação inorgânica. São Manuel, SP, 2016.

TRATAMENTO	SS	pH	AT	AA	AR	IM	PB
	°Brix		g 100g ácido cítrico ⁻¹	mg 100mL ⁻¹	%		%
2150 kg ha ⁻¹ : ¼ + ²/₄ + ¼	8,38	6,91	0,129	51,28	3,10	65,91	1,63
2150 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃	8,13	6,61	0,132	55,27	3,01	62,09	1,53
2150 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ²/₃	8,38	6,68	0,128	50,38	3,45	65,40	1,45
2150 kg ha ⁻¹ : ²/₃ + ¹/₃	8,38	6,65	0,144	51,40	3,35	58,29	1,75
3225 kg ha ⁻¹ : ¼ + ²/₄ + ¼	8,38	6,87	0,126	49,11	3,70**	66,58	1,73
3225 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃	8,38	6,64	0,136	46,77	3,69**	61,81	1,72
3225 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ²/₃	8,25	6,65	0,136	47,19	3,33	60,91	1,84**
3225 kg ha ⁻¹ : ²/₃ + ¹/₃	8,63	6,82	0,135	45,28	3,71**	64,13	1,79
4300 kg ha ⁻¹ : ¼ + ²/₄ + ¼	8,13	6,82	0,121	41,20	3,35	68,97	1,74
4300 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ¹/₃ + ¹/₃	8,38	6,81	0,131	42,86	3,52**	64,87	1,93**
4300 kg ha ⁻¹ : ¹/₃ + ²/₃	8,63	6,82	0,122	42,69	3,53**	70,94	1,94**
4300 kg ha ⁻¹ : ²/₃ + ¹/₃	8,50	6,90	0,129	44,26	3,59**	66,17	1,85**
INORGÂNICA	8,00	6,84	0,130	49,11	2,92	61,58	1,45
SEM ADUBAÇÃO	8,00	6,57	0,144	48,47	3,02	55,69	1,40
CV (%)	5,59	2,16	10,64	8,83	8,17	9,07	10,53

Médias seguidas por **, nas colunas, possuem médias superiores ao tratamento com adubação inorgânica pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os principais atributos que caracterizam melhorias no paladar e na qualidade dos alimentos estão ligados aos valores dos sólidos solúveis, ácido ascórbico, proteína e açúcares redutores,

sendo que, estes dois últimos, tiveram valores superiores em alguns tratamentos com torta de mamona comparado ao com adubação inorgânica.

Massa da matéria seca, teores e acúmulo de macronutrientes

Ao se comparar os tratamentos com adubação orgânica em relação ao com adubação inorgânica (Tabela 7), observa-se diferença pelo teste de Dunnet apenas para o teor de nitrogênio na inflorescência, mostrando que doses mais elevadas de torta de mamona em cobertura obtiveram valores similares às inflorescências das plantas que receberam adubação com ureia e cloreto de potássio. Os demais nutrientes foram estatisticamente iguais, mostrando que, em relação aos teores de P, K, Ca, Mg e S, a fonte de adubação, seja orgânica (torta de mamona) ou inorgânica, não interfere nos valores.

Tabela 7: Médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na inflorescência da couve-flor dos tratamentos com adubação com torta de mamona em cobertura comparadas com o tratamento com adubação inorgânica. São Manuel, SP, 2016.

TRATAMENTO	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹						
2150 kg ha ⁻¹ : ¼ + ⅔ + ¼	21,82*	3,49	27,17	4,00	1,60	1,23
2150 kg ha ⁻¹ : ⅓ + ⅓ + ⅓	23,12*	3,77	28,87	4,17	1,57	1,23
2150 kg ha ⁻¹ : ⅓ + ⅔	22,91*	3,90	30,03	4,60	1,67	1,61
2150 kg ha ⁻¹ : ⅔ + ⅓	27,95	4,03	29,37	3,93	1,73	1,31
3225 kg ha ⁻¹ : ¼ + ⅔ + ¼	23,40*	3,59	27,37	3,87	1,57	1,20
3225 kg ha ⁻¹ : ⅓ + ⅓ + ⅓	26,69	3,86	28,93	4,27	1,73	1,45
3225 kg ha ⁻¹ : ⅓ + ⅔	27,35	3,92	29,23	4,23	1,80	1,60
3225 kg ha ⁻¹ : ⅔ + ⅓	27,53	3,93	30,70	4,00	1,67	1,64
4300 kg ha ⁻¹ : ¼ + ⅔ + ¼	30,22	4,17	30,83	4,10	1,70	1,61
4300 kg ha ⁻¹ : ⅓ + ⅓ + ⅓	29,75	4,06	28,93	4,00	1,77	1,23
4300 kg ha ⁻¹ : ⅓ + ⅔	32,55	4,24	29,43	3,73	1,67	1,18
4300 kg ha ⁻¹ : ⅔ + ⅓	27,28	3,93	27,67	3,70	1,70	1,30
INORGÂNICA	29,70	3,85	31,30	4,30	1,63	1,53
SEM ADUBAÇÃO	23,15*	3,54	31,33	4,40	1,73	1,37
CV (%)	9,58	8,04	7,85	8,44	9,57	18,43

Médias seguidas por *, nas colunas, possuem médias inferiores ao tratamento com adubação inorgânica pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Observou-se que o tratamento sem adubação em cobertura resultou em menor massa da matéria seca da inflorescência que a testemunha com a adubação inorgânica (Tabela 8), mostrando a importância de se realizar adubação em cobertura. Também os tratamentos com o parcelamento ⅓ + ⅔, para todas as doses, resultou em menor massa seca da inflorescência

que a testemunha com a adubação inorgânica. Provavelmente a aplicação da maior parte da torta de mamona em fase mais tardia do ciclo não favoreceu o desenvolvimento das plantas, pois a liberação dos nutrientes pelos adubos orgânicos é mais lenta que nos inorgânicos. Desta maneira, devem ter faltado nutrientes para a planta desenvolver as folhas e, com folhas menos desenvolvidas, as inflorescências se desenvolvem menos. Na menor dose, também o parcelamento $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$ apresentou menor massa seca que a testemunha com a adubação inorgânica.

Tabela 8: Médias da massa de matéria seca da inflorescência (MSI) e das quantidades acumuladas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na inflorescência da couve-flor dos tratamentos com adubação com torta de mamona em cobertura comparadas com o tratamento com adubação inorgânica. São Manuel, SP, 2016.

TRATAMENTO	MSI	N	P	K	Ca	Mg	S
	g	g inflorescência ⁻¹					
2150 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	64,79	1,27945*	0,20417	1,59008**	0,23195	0,09348**	0,06947
2150 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	56,42*	1,27024*	0,20934	1,59623**	0,22925	0,08603	0,06690
2150 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	48,58*	0,95188*	0,16213	1,23842	0,18970	0,06931	0,06778
2150 kg ha ⁻¹ : $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	63,79	2,45614	0,34085**	2,48944**	0,33385**	0,14602**	0,11412**
3225 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	62,30	1,35653	0,20843	1,59456**	0,22577	0,09124**	0,07042
3225 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	64,83	1,66223	0,23989	1,80740**	0,26465	0,10800**	0,09108**
3225 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	54,14*	1,36785	0,19741	1,47561**	0,21545	0,09145**	0,08140**
3225 kg ha ⁻¹ : $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	69,05	1,97552	0,28369	2,20313**	0,28682	0,11963**	0,11472**
4300 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}$	69,60	2,02638	0,27642	2,04576**	0,27162	0,11311**	0,10944**
4300 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$	77,84	2,09736	0,28806	2,05710**	0,28518	0,12717**	0,08783**
4300 kg ha ⁻¹ : $\frac{1}{3} + \frac{2}{3}$	56,63*	1,75212	0,22849	1,58385**	0,20204	0,08982**	0,06345
4300 kg ha ⁻¹ : $\frac{2}{3} + \frac{1}{3}$	59,41	1,70695	0,24559	1,72673**	0,23182	0,10668**	0,07988**
INORGÂNICA	86,10	2,72346	0,11448	0,12067	0,13449	0,00702	0,00250
SEM ADUBAÇÃO	19,37*	0,63985*	0,09775	0,87032	0,12474	0,04809	0,03840
CV (%)	22,57	33,54	32,68	33,50	33,76	35,48	39,85

Médias seguidas por * ou **, nas colunas, possuem médias inferiores ou superiores, respectivamente, ao tratamento com adubação inorgânica pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O acúmulo de nitrogênio, em comparação a testemunha com a adubação inorgânica, foi inferior no tratamento sem adubação em cobertura e na menor dose de torta de mamona (2150

kg ha⁻¹), independentemente do parcelamento (Tabela 8). Esta dose de torta de mamona corresponde a 107,5 kg ha⁻¹ de N, valor igual ao do inorgânico. No entanto, a liberação deste nutriente é muito mais lenta comparado ao inorgânico, necessitando de doses maiores para se ter a mesma disponibilização ao longo do ciclo.

Quanto aos outros nutrientes, quando houve diferença, foram observados maiores quantidades acumuladas na inflorescência nos tratamentos com adubação com torta de mamona, principalmente nas duas maiores doses (Tabela 8). Neste caso, no tratamento com adubação inorgânica foram aplicados somente N e K em cobertura, enquanto que a torta de mamona pode disponibilizar todos os nutrientes. Para cada 1000 kg ha⁻¹ de torta de mamona tem-se um potencial de liberar cerca de 58, 11, 9, 13,5 e 4 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Segundo Ernani et al. (2007) e Souza & Resende (2014), todo o K nos adubos orgânicos já se encontra mineralizado e, por isso, tem disponibilidade semelhante do K oriundo dos fertilizantes minerais. Além disto, os adubos orgânicos tem todos os outros macro e micronutrientes, inclusive o nitrogênio, que, associado ao potássio, em quantidades adequadas, auxiliam no crescimento e desenvolvimento das plantas (Viana & Kiehl, 2010), o que pode explicar o maior acúmulo deste nutriente em quase todos os tratamentos em que se aplicou torta de mamona em comparação a testemunha com a adubação inorgânica.

1.4 CONCLUSÕES

Os valores mais elevados de diâmetro, altura e massa fresca da inflorescência foram obtidos entre as doses de 3100 e 4300 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura (155 a 215 kg ha⁻¹ de nitrogênio) de acordo com cada parcelamento;

As características físico-químicas da inflorescência foram afetadas apenas com o aumento da dose;

Independente do parcelamento, a ordem decrescente de macronutrientes acumulados na inflorescência foi K≈N>Ca≈P>Mg>S

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. U.; Prado, R. M.; Correia, M. A. R.; Gondim, A. R. O.; Cecílio Filho, A. B.; Politi, L. S. Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 35, n. 1, p. 45-55, 2011.
- Anandan, S.; Kumar, A. K.; Ghosh, J.; Ramachandra, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*. Amsterdam, v. 120, n. 1-2, p. 159-168, 2005.

Aquino, L.A.; Puiatti, M.; Pereira, P.R.G.; Pereira, F.H.F.; Ladeira, I.R.; Castro, M.R.S. Efeito de espaçamentos e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p.100-104, 2005.

Araújo, H. S.; Cardoso, A. I. I.; Oliveira Júnior, M. X. de; Magro, F. O. Teores e extrações de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.* Recife, v.10, n.3, p.389-395, 2015.

Argenta, G.; Silva, P. R. F. da; Mielniczuk, J.; Bortolini, C. G. Parâmetros de polanta como indicador do nível de nitrogênio na cultura do milho. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 37, n. 4, p. 519-527, 2002.

Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. 11 ed. Washington, 2005. 1015 p.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasil: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

Braun, H.; Coelho, F. S.; Silva, M. C. C.; Fontes, P. C. R.; Cecon, P. R.; Busato, C. Absorção, metabolismo e diagnóstico do estado nutricional de nitrogênio em plantas de batata. *Rev. Cienc. Agrar.*, v. 56, n. 3, p. 185-195, 2013.

Camargo, M. S.; Mello, S. C.; Foltran, D. E.; Carmello, Q. A. C. Produtividade e podridão parda em couve-flor de inverno influenciadas pelo nitrogênio e boro. *Bragantia*, v.67, n.2,p.371-375, 2008.

Candian, J. S.; Martins, B. N. M.; Cardoso, A. I. I. Doses de composto orgânico no desenvolvimento inicial de couve-flor e nas características químicas do solo. *Cultivando o saber*, v. 8, n. 3, p. 257-266, 2015.

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.

Castoldi, R.; Charlo, H. C. O.; Vargas, P. F.; Braz, L. T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p. 438-446, 2009.

Cecilio Filho, A. B.; Peixoto, F. de C. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70 , 2013.

Cunha, A. R.; Martins, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu, SP. *Irriga, Botucatu*, v. 14, n. 1, p. 1–11, 2009.

Damasceno, A. P. A. B.; Medeiros, J. F. de; Medeiros, D. C. de; Melo, I. G. C e; Dantas, D. C. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes do melão cantaloupe tipo “Harper” fertirrigado com doses de N e K. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 137-146, jan.-mar., 2012.

Din M; Qasim M; Alam M. Effect of different levels of N, P and K on the growth and yield of cabbage. *Journal of Agriculture Research*, v. 45, p. 171-176, 2007.

Diniz, E. R.; Santos, R. H. S.; Urquiaga, S. S.; Peterelli, L. A.; Barrella, T. P.; Freitas, G. B. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1428-1434, 2008.

Ernani, P. R.; Almeida, J. A.; Santos, F. C. Potássio. 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.551-594.

Fernandes, R. C.; Mateus, J. S.; Leal, M. A. A. Utilização de composto orgânico com diferentes níveis de enriquecimento, como substrato para produção de mudas de alface e beterraba. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 2, p. 113-116, 2009.

Ferreira, D.F. Sisvar - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras. 2011.

Fonseca, N. B. S.; B, Soto-Blanco. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1415-1424, 2014.

Garcia, G.; Cardoso, A. A.; Santos, O. A. M. dos. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. *Quim. Nova*, Vol. 36, No. 9, 1468-1476, 2013

Godoy, A. R.; Salata, A. C.; Cardoso, A. I. I.; Evangelista, R. M.; Kano, C.; Higuti, A. R. O. Produção e qualidade pós-colheita de couve-flor em função de doses de potássio em cobertura. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.11, n. 2, p 33-42, 2012.

Kano, C.; Salata, A. C.; Cardoso, A. I. I.; Evangelista, R. M.; Higuti, A. R. O.; Godoy, A. R. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 28, p. 453-457. 2010.

Kiehl, E. J. Novo fertilizantes orgânicos. Piracicaba: 1ª edição, editora Degaspari. 2010. 248 p.,

Kim, B. K. Inactivation of castor bean allergen CB-1^a by heating and chemical treatment. *Food and Science and Biotechnology*, Kyoto, v. 15, n. 3, p. 441-446, 2006.

Kurtz, C.; Ernani, P. R.; Coimbra, J. L. M.; Petry, E. Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [en linea], n. 36, p.865-875, 2012.

Malavolta, E; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997, 319p.

Marques, L. S.; Andreotti, M.; Buzetti, S.; Isepon, J. S. Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçaí-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.33, n.3, p. 1004-1014, 2011.

Martins, I. S.; Silva, I. M.; Ferreira, I.; Melo, L. F.; Nomura, M. Produtividade de alface em função do uso de diferentes fontes orgânicas fosfatadas. *FAZU em Revista*, Uberaba, n. 10, p. 36-40, 2013.

Melo, D. M.; Charlo, H. C. O.; Castoldi, R.; Braz, L. T. Acúmulo de macronutrientes no meloeiro rendilhado cultivado em substrato. *Horticultura Brasileira*, v.29, n. 2 (Suplemento - CD ROM), p. 3735-3743, 2011.

Moreira, M. A.; Vidigal, S. M.; Sediya, M. A. N.; Santos, M. R. 2011. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v. 29, p. 117-121.

Nelson, N. A . A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. *Journal Biological Chemistry*, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1944.

Oliveira, A. P. de; Bandeira, N. V. S.; Dantas, D. F. S.; Silva, J. A. da; Dantas, T. A. G.. Produtividade máxima e econômica do inhame em função de doses de potássio. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 110 – 115, 2013.

Sánchez, L. R., Botía, C. P., Sironi, J. S., Sánchez, A. A., Crespo, A. P., Nartínez, C. M. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. *Investigacion Agraria. Producción y protección vegetal*, v. 16, n. 1, p.119-130, 2001.

Silva, F. de A. S. e.; Azevedo, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

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 (Impresso)* v. 34, p. 416-421, 2016.

Smith, J. O. Plantas de cobertura e doses de torta de mamona no cultivo orgânico de alface sob plantio direto. *Dissertação (Mestrado)*. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009,

Souza, I. P. Adubação orgânica de alface com co-produto do biodiesel. *Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)*. Universidade Federal de Lavras. 42 p. 2008.

Souza, J. L. de. Cultivo orgânico de hortaliças: Sistema de produção. Viçosa : Centro de Produções Técnicas (CPT), 2009. 314 p.

Souza, J. L; Resende P. *Manual de Horticultura Orgânica*. 3 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, v. 1, 2014, 841 p.

Souza, J. O.; Castoldi, R.; Charlo, H. C. O.; Vargas, P. F.; Braz, L. T. Dinâmica de acúmulo de macronutrientes pela cultura da couve-flor ‘Verona’. *Horticultura Brasileira, Marília*, v. 25, supl., 2007. CD- ROM

Souza, R. M.; Nobre, R. G., Gheyi, H. R., Dias, N. S.; Soares, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. *Revista Caatinga [en linea]*, n. 23. P. 1-10. 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237116915016>. Acessado em 18 jul. 2017.

Steiner, F, Lemos, J. M.; Sabedot, M. A.; Zoz, T. Efeito do composto orgânico sobre a produção e acúmulo de nutrientes nas folhas de couve manteiga. *Resumos do VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino-Americano de Agroecologia. Cadernos de Agroecologia*, v. 4, n. 1, p. 1886-1890, 2009.

Takeishi, J.; Cecílio Filho, A. B.; Oliveira, P. R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor „Verona“. *Bioscience Journal, Uberlândia*, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2009.

Tasosa, J. C.; Chiduzza, I. R.; Manyowa, N. A comparative evaluation of the fertiliser value of castor and jatropha presscakes on the yield of tomato. *Crop Research*, v. 21, n. 1, p. 66-71, 2001.

Trani, P. E.; Passos, F. A.; Azevedo, J. A. de; Tavares, M. Brócolis, couve-flor e repolho. In: Raij, B. van, Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997. p. 175.

Tressler, D. K., Joslyn, M. A. *Fruits and vegetables juice processing technology*. Westport: AVI, 1961. 1028p.

Viana, E. M.; Kiehl, J. C. de. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo Bragantia, vol. 69, núm. 4, 2010, p. 975-982.

Vignolo, G. K.; Araújo, V. F.; Kunde, R. J.; Silveira, C. A. P.; Antunes, L. E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. *Ciência Rural*, v.41, n.10, out, 2011.

Zanão Júnior, L. A.; Lana, R. M. Q.; Sá, K. A. Formas de parcelamento e fontes de adubação nitrogenada para produção de couve-da-Malásia. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.965-969, 2005.

Zenebon, O. Pascuet; N. S.; Tigela, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4 edição, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008, p. 122-124.

CAPÍTULO 2

TORTA DE MAMONA EM COBERTURA NA PRODUÇÃO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E NUTRIÇÃO DE COUVE-FLOR ORGÂNICA

RESUMO: As brássicas, com destaque para a couve-flor, desenvolvem-se melhor em solos férteis e, de preferência, ricos em matéria orgânica. No entanto, não se encontram trabalhos sobre utilização de adubos orgânicos em cobertura nestas hortaliças. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito das doses e das épocas de aplicação de torta de mamona em cobertura na produção, características físico-químicas e nutrição de couve-flor orgânica. O experimento foi realizado no Sítio Alvorada (bairro Demétria), no município de Botucatu, SP. O experimento foi composto de 10 tratamentos em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três doses de torta de mamona (1290, 2580 e 3870 kg ha⁻¹) combinadas com três épocas de aplicação em cobertura (única aos 30 ou aos 45 dias após o transplante (DAT) e parcelada aos 30 e 45 DAT), além de uma testemunha (sem adubação em cobertura). A pesquisa foi conduzida no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Analisaram-se as seguintes características: ciclo, número de folhas, diâmetro, altura e massa da matéria fresca da inflorescência, massa da matéria fresca da parte vegetativa (caule e folhas), massa da matéria seca, teor e acúmulo de macronutrientes, pH, acidez titulável, ácido ascórbico, sólidos solúveis, índice de maturação/"Ratio", teores de açúcares redutores e proteína na inflorescência da couve-flor. Foram realizadas análises de variância, de regressão e teste de Tukey. A máxima massa fresca da inflorescência foi estimada com a dose de 3015 kg ha⁻¹, enquanto a altura e o diâmetro máximos foram atingidos nas doses de 3785 e 3335 kg ha⁻¹, respectivamente. Os valores de sólidos solúveis e proteína bruta não foram afetados pelos fatores avaliados, enquanto que o aumento das doses de torta de mamona em cobertura elevou os valores de acidez titulável e reduziu o de açúcares redutores, ácido ascórbico e o índice de maturação da inflorescência de couve-flor. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados na inflorescência foi K>N>P≈Ca>Mg>S, com máximas de 1,48; 1,03; 0,15; 0,14; 0,08 e 0,06 g inflorescência⁻¹.

Palavras chaves: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, adubação orgânica, nutrição, qualidade, nitrogênio

2.1 INTRODUÇÃO

Comparada ao repolho e ao brócolis, a couve-flor é a brássica mais exigente em solos férteis e ricos em matéria orgânica (Souza, 2009; Souza & Rezende, 2014). Filgueira (2008), Magro et al. (2010) e Candian et al. (2015) relataram ótimas respostas das brássicas à adubação orgânica.

As plantas de couve-flor acumulam, principalmente, nitrogênio e potássio, sendo necessário sincronizar as aplicações com as demandas de nutrientes durante o ciclo, que normalmente aumenta na fase reprodutiva. Segundo Filgueira (2008), o parcelamento do nitrogênio promove o desenvolvimento da planta de couve-flor quando aplicado após o

transplante, favorecendo a produtividade, uma vez que plantas com maiores folhas (área foliar) resultam em inflorescências maiores. A adubação nitrogenada favorece a produção das brássicas, entretanto, doses muito elevadas estimulam o crescimento excessivo de folhas e redução da massa da matéria seca da inflorescência (Din et al., 2007; Kano et al., 2007).

Os adubos orgânicos apresentam vários benefícios, como aumento na capacidade de retenção e penetração de água, elevação do pH e na capacidade de troca de cátions (CTC), assim como é fonte de nutrientes (Magro et al., 2010), favorecendo a produtividade de diversas hortaliças, inclusive as brássicas (Diniz et al., 2008; Steiner et al., 2009; Candian et al., 2015).

A torta de mamona vem sendo testada como fonte orgânica de adubação, uma vez que possui uma alta taxa de mineralização quando comparada com outras fontes como bagaço de cana e esterco bovino, além de ser rica em matéria orgânica e nitrogênio. Além disso, como vantagens, é possível citar a baixa variação na sua composição e a capacidade de aumento da atividade microbiana no solo onde é incorporada (Severino et al., 2004).

Além de benéfica ao ambiente, a adubação orgânica pode influenciar características relacionadas à qualidade dos alimentos, tornando-os, muitas vezes, mais saudáveis e saborosos. Entretanto, pouco se tem estudado a forma com que estes adubos podem favorecer a produção e a qualidade das brássicas. Assim, objetivou-se com o estudo verificar os efeitos da adubação de cobertura com torta de mamona na produção, características físico-químicas e nutrição de couve-flor orgânica.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em Botucatu, SP, no Sítio Alvorada, situado no bairro Demétria, sendo uma área de produção orgânica de hortaliças certificada pela Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica. As coordenadas geográficas da área são: 22° 56' de latitude Sul, 48° 23' de longitude Oeste e altitude de 810m.

Segundo Cunha & Martins (2009), o município tem clima temperado quente (mesotérmico) úmido, com chuvas concentradas de outubro a março. Sua precipitação anual é de aproximadamente 1428 mm, chegando o mês mais quente a média de 23 °C.

O solo apresentou as seguintes características químicas (0 – 20 cm de profundidade): pH = 5,8, matéria orgânica = 31 g dm⁻³, P_{resina} = 28 mg dm⁻³, V% = 82, Al³⁺, H+Al, K, Ca, Mg, SB, CTC, 0, 19, 4, 60, 25, 89 e 108 mmol_c dm⁻³, respectivamente. A área recebeu uma adubação de plantio com composto, farinha de ossos, Yoorin[®] e torta de mamona (300g cova⁻¹), que foi incorporada ao solo um dia antes do transplante das mudas, de acordo com o manejo utilizado pelo produtor.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 10 tratamentos, em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, sendo três doses de torta de mamona (1290, 2580 e 3870 kg ha⁻¹), combinadas com três épocas de aplicação em cobertura (única aos 30 ou aos 45 dias após o transplante (DAT) e parcelada aos 30 e 45 DAT), além de uma testemunha (sem adubação em cobertura), com quatro repetições.

Antes da implantação do experimento, foi realizada análise química do lote de torta de mamona utilizado, obtendo-se os seguintes resultados: pH = 7,7; relação C/N = 7/1; N; P₂O₅; K₂O; Ca; Mg; S; U-65°C; matéria orgânica e carbono total com os valores de 5,8; 1,1; 0,9; 1,3; 0,5; 0,4; 75 e 42 expressos em porcentagem (ao natural), respectivamente; Na = 347 mg Kg⁻¹; Cu = 44 mg Kg⁻¹; Fe = 1624 mg Kg⁻¹; Mn = 97 mg Kg⁻¹ e Zn = 119 mg Kg⁻¹. As doses de torta de mamona foram baseadas na porcentagem de nitrogênio presente na mesma, correspondendo a 64,5, 129 e 193,5 kg ha⁻¹ de N e variando para mais ou para menos em relação ao utilizado pelo produtor.

Utilizou-se o híbrido Nina, sendo a semeadura realizada no dia 18/05/2016 em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato confeccionado na propriedade. As mudas foram transplantadas no dia 05/07/2016, quando estavam formando a quarta folha definitiva, para canteiros de 1,0 m de largura com duas linhas no sentido longitudinal, espaçadas em 0,8 m entre linhas e 0,4 m entre plantas, totalizando 16 plantas por parcela, sendo avaliadas as oito plantas centrais.

As plantas espontâneas foram controladas com capinas ao longo do ciclo da cultura. A irrigação foi realizada por meio de aspersores. As colheitas ocorreram entre os dias 13 e 20/09/2016, a medida que cada inflorescência atingia o ponto comercial.

Para verificar os efeitos da torta de mamona, foram analisadas as seguintes características: ciclo (DAT), número de folhas, diâmetro e altura da inflorescência, massa da matéria fresca da inflorescência e da parte vegetativa (caule e folhas), pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA) (Brasil, 2005), sólidos solúveis (SS) (A. O. A. C., 2005), índice de maturação (IM)/“Ratio” (Tressler & Joslyn, 1961), teores de açúcares redutores (AR), determinados pelo método descrito por Somogyi e adaptado por Nelson (1944), proteína bruta determinada pelo método de digestão proposto por Kjeldahl (Zenebon et al., 2008), massa da matéria seca da inflorescência, teor e acúmulo de macronutrientes na inflorescência da couve-flor. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando à determinação do teor de N e a digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg, S), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997).

Foi realizada análise de variância em esquema fatorial e análise de regressão para verificar o efeito das doses de torta de mamona nas características avaliadas. Para se comparar os parcelamentos, foi utilizado o teste de Tukey a 5%. As análises de variância, regressão e teste de Tukey foram feitos no programa Sisvar (Ferreira, 2011).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físicas e produção

O ciclo não foi afetado pelos fatores estudados, assim como o número de folhas, com média geral de 73,3 DAT (CV = 2,1%) e 18,4 folhas (CV = 4,29%), respectivamente.

O fato de o solo ser rico em matéria orgânica e das plantas terem recebido elevada adubação orgânica antes do plantio, pode explicar a ausência de efeito da torta de mamona no ciclo e no número de folhas neste experimento. Kano et al. (2010) também não observaram diferença de ciclo em couve-flor ao estudarem doses de N inorgânico (ureia) mesmo estudando a cultivar Teresópolis Gigante, que é uma das mais tardias entre as recomendadas para o cultivo de outono/inverno no estado de São Paulo, com ciclo médio de 126 DAT.

O fator épocas de aplicação e a interação épocas x doses não foram significativas pelo teste F para a massa da matéria fresca da parte vegetativa, enquanto as doses de torta de mamona influenciaram significativamente esta característica. Os valores se ajustaram ao modelo linear, com aumento até a maior dose testada (Figura 1).

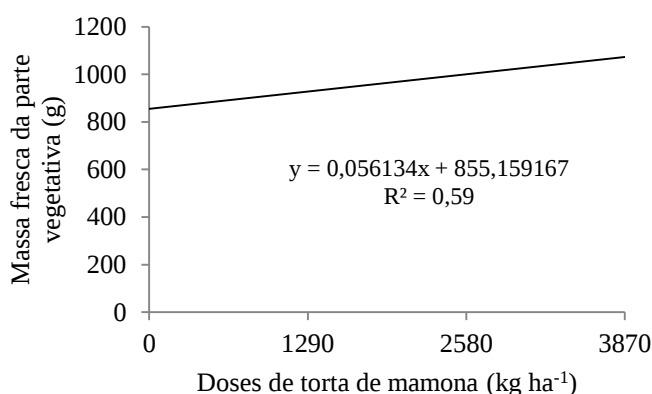


Figura 1: Massa fresca da parte vegetativa da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Sem realizar adubação em cobertura, as plantas apresentavam 855g planta⁻¹ de massa fresca da parte vegetativa, podendo chegar a 1000g planta⁻¹ na maior dose de torta de mamona, aumento de apenas 15%. Observou-se que não houve interação significativa para doses e parcelamentos, assim como o fator parcelamento, para todas as características da

inflorescência, sendo influenciadas apenas pelas doses. Para massa fresca da inflorescência os dados ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 2), com máximo valor estimado em 436g para a dose de 3015 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura (equivalente a 151 kg ha⁻¹ de N), com aumento de 145 g na massa da inflorescência em relação às plantas sem adubação em cobertura (média de 291 g). O aumento na melhor dose em relação à ausência de adubação em cobertura foi de 50%.

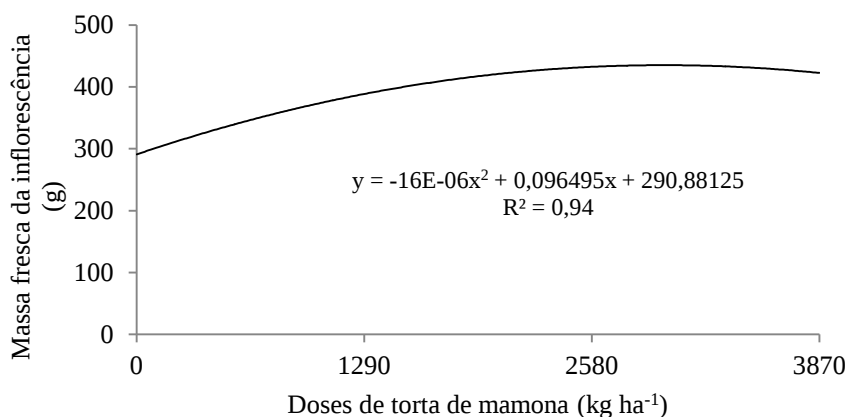


Figura 2: Massa fresca da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Em cebola, Santos et al. (2012) não observaram efeitos significativos na aplicação de doses de torta de mamona em cobertura na produção e classificação dos bulbos, sendo que os autores justificaram que o solo já possuía elevada fertilidade, além de terem utilizado 10 t ha⁻¹ de esterco curtido na adubação de plantio.

Isso se deve ao efeito acumulativo da decomposição do adubo orgânico, uma vez que fontes aplicadas a cada nova safra favorecem a liberação de nutrientes ao longo das safras seguintes, juntamente com a adubação realizada antes do plantio e em cobertura. Este efeito residual da adubação orgânica foi relatado por diversos autores em diferentes hortaliças (Santos et al., 2001; Linhares et al., 2010; Lanna et al., 2018). No entanto, os resultados mostram que mesmo que o solo seja inicialmente fértil e seja realizada adubação antes do plantio, a adubação em cobertura propicia aumento de produção. De acordo com Malavolta et al. (2002), a adição de material orgânico a cada safra, desde que não seja em excesso, é sempre benéfica, pois se o teor de matéria orgânica do solo for muito reduzido, pode limitar a produção. Em condições de solo pobre em matéria orgânica e sem adubação inorgânica antes do plantio, Silva et al. (2016) obtiveram aumentos lineares na produção de beterraba quanto maior a dose de torta de mamona em cobertura.

O diâmetro e altura da inflorescência foram significativos apenas para o fator doses e se ajustaram ao modelo quadrático, com pontos de máximos valores estimados nas doses de 3335 e 3785 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura, o que equivale a 167 e 189 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 3). O diâmetro aumentou 1,2 cm e a altura variou 1,44 cm, passando de 6,78 para 8,22 cm.

A couve-flor é um produto usualmente vendido pelos produtores por unidade, sendo seu diâmetro e altura importantes em relação ao aspecto visual na hora da escolha pelo consumidor, além disso, a massa do produto também irá interferir na decisão, sendo estes três aspectos físicos, os principais durante a comercialização.

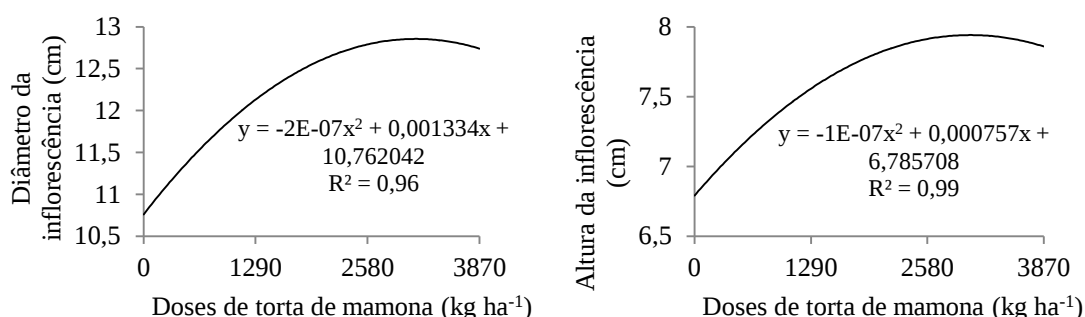


Figura 3: Diâmetro e altura da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Solos bem manejados durante os ciclos, associado com adubação rica em matéria orgânica no plantio, pode ser vantajoso para o produtor, pela maior estabilidade na produção de biomassa, mesmo com ausência de adubação em cobertura.

Recomenda-se para o estado de São Paulo uma aplicação de 15 a 200 kg ha⁻¹ de N em cobertura conforme Trani et al. (1997). Neste trabalho, observou-se que a máxima produção e tamanhos de inflorescência foram obtidos com doses variando de 3000 a 3700 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura, ou seja, 150 a 185 kg ha⁻¹ de N em cobertura, estando estes valores dentro da faixa de recomendação.

Características físico-químicas da inflorescência

Dentre as características avaliadas, apenas o pH apresentou interação significativa para doses e época de aplicação. Açúcares redutores, ácido ascórbico, acidez titulável e índice de maturação apresentaram significância apenas para doses.

Para o teor de sólidos solúveis e a porcentagem de proteína bruta não foram significativos para nenhum dos fatores estudados. A média geral da porcentagem de proteína bruta foi de 1,44% (CV = 7,47%) e dos sólidos solúveis foi de 7,99 °Brix (CV = 4,67%). Kano et al.

(2010) também não observaram diferença no SS ao estudarem doses de N em cobertura, com média de 6,95 °Brix, ou seja, valor inferior ao da presente pesquisa. Em beterraba também não foi observada diferença no teor de sólidos solúveis com o aumento de doses de esterco bovino (Marques et al., 2010).

Apesar de a diferença ter sido mínima (0,25), apenas na menor dose (1290 kg ha⁻¹ de torta de mamona), o pH apresentou maior valor quando a adubação foi parcelada em duas vezes, aos 30 e 45 DAT, enquanto que para as demais doses não houve diferença entre os parcelamentos (Tabela 1). Quanto às doses (Figura 4) para cada parcelamento observou-se um efeito diferente, sendo que a aplicação da torta em duas vezes manteve o pH constante. Já a utilização em dose única precocemente (30 DAT) promoveu queda do pH com o aumento da dose, enquanto que a mais tardia, aos 45 DAT, apresentou seu mínimo estimado em 6,88 na dose de 1762 kg ha⁻¹ (Figura 4). Porém, apesar de significativo, este aumento foi muito pequeno, passando de 6,9 (dose 0) para 7,1 nas maiores doses analisadas (150 e 225 kg ha⁻¹ de N), ou seja, diferença de 0,2 unidades, semelhante ao da presente pesquisa. Kano et al. (2010) também relataram pequeno aumento linear no valor do pH com aumento nas doses de nitrogênio.

Tabela 1: Médias de pH da inflorescência da couve-flor em função das épocas de aplicação em cada dose da torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Época de aplicação DAT	Doses		
	1290	2580	3870
	kg ha ⁻¹ *		
30 e 45	7,10 a	6,82 a	7,01 a
30	6,87 b	6,89 a	6,87 a
45	6,85 b	6,93 a	7,00 a

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** Dias após o transplante

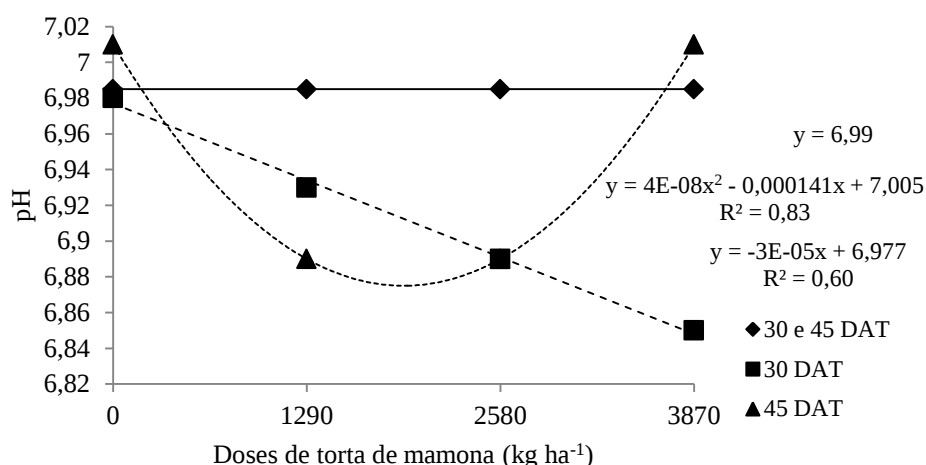


Figura 4: pH da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura para cada época de aplicação. Botucatu, SP, 2016.

A acidez titulável aumentou a medida que elevou-se a dose de torta de mamona e, como consequência deste aumento e do teor de sólidos solúveis ter se mantido estável, o índice de maturação reduziu (Figura 5). Blanco & Folegatti (2008) observaram que doses crescentes de nitrogênio não afetaram os valores de sólidos solúveis e acidez titulável em tomate, enquanto que Marques et al. (2010), estudando doses de esterco bovino em beterraba, observaram que, apesar de não influenciar no pH e nos sólidos solúveis, o aumento das quantidade aplicadas gerou maiores valores de ácido ascórbico e acidez titulável.

O teor de açúcares redutores teve uma queda linear, passando de 3,27%, na ausência de adubação em cobertura, para 2,96%, na dose máxima, enquanto que o ácido ascórbico reduziu de 96 para 90 mg 100mL⁻¹. Estudando doses de N, Kano et al. (2010) não observaram diferença no teor de ácido ascórbico, com média de 48,7 mg 100 mL⁻¹, ou seja, cerca de metade dos valores observados nesta pesquisa.

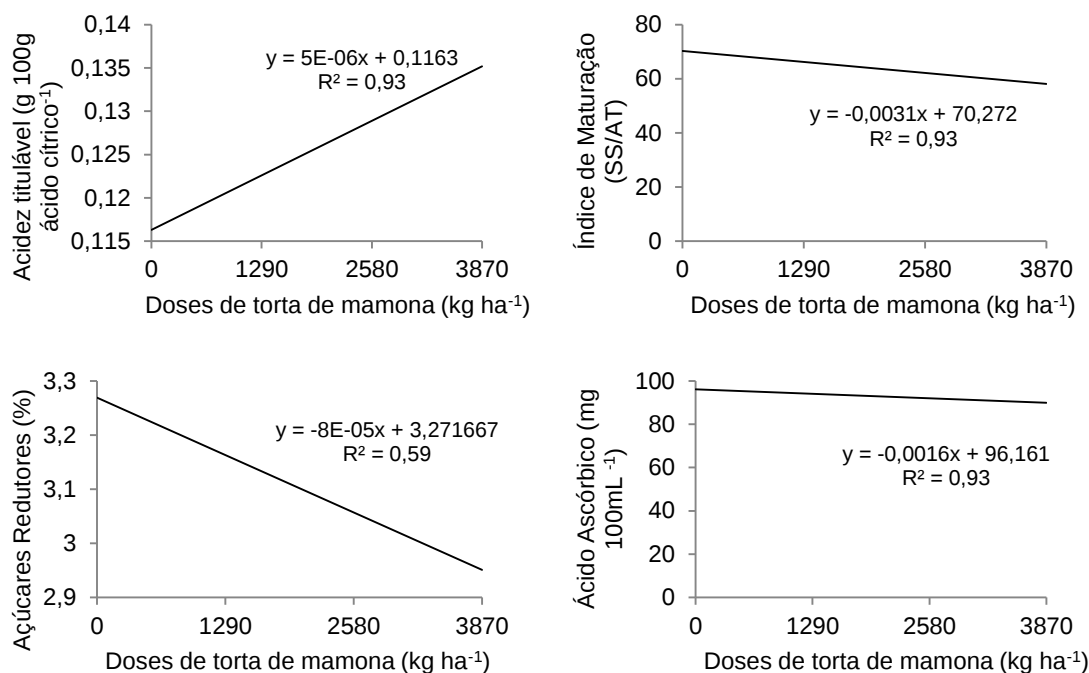


Figura 5: Acidez titulável, índice de maturação, açúcares redutores e ácido ascórbico da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Os valores dos sólidos solúveis, açúcares redutores, proteína e ácido ascórbico são os principais atributos responsáveis pela melhoria no paladar e na qualidade dos alimentos. Nesta pesquisa, observou-se que a elevação das doses pouco influenciou, mostrando que, nestas condições, o aumento da quantidade adubada pode afetar pouco a qualidade das inflorescências. No entanto, apesar de pequenas algumas diferenças foram significativas.

Matéria seca, teores e acúmulos de macronutrientes na inflorescência

A interação entre os fatores estudados não foi significativa para massa da matéria seca, teores e acúmulos de todos os macronutrientes. Para a massa da matéria seca da inflorescência o fator parcelamentos também não foi significativo, enquanto para as doses de torta de mamona em cobertura, os valores se ajustaram ao modelo quadrático (Figuras 2) com ponto de máxima na dose de 3699 (184,95 kg ha⁻¹ de N) de torta de mamona em cobertura, correspondendo a uma massa seca de 38,1 g por inflorescência (Figura 6).

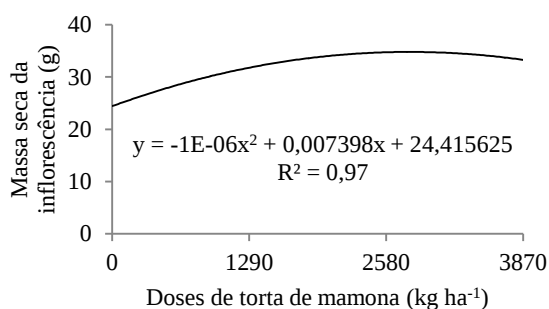


Figura 6: Massa da matéria seca da inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Foram obtidos 24,4 g e 38,1 g de massa da matéria seca por inflorescência para a testemunha sem adubação em cobertura e o tratamento com máxima massa seca (dose 3699 kg ha⁻¹ de torta de mamona), ou seja, aumento de 56%.

Apenas para o S os teores foram influenciados pela época de aplicação, com maior valor (1,97 g kg⁻¹ de matéria seca - MS) quando aplicado aos 30 DAT (Tabela 2), enquanto que para o Ca o fator doses foi significativo, ajustando-se ao modelo quadrático (Figura 7).

Tabela 2: Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre da inflorescência de couve-flor em função das épocas de aplicação de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

Época de aplicação	N	P	K	Ca	Mg	S
DAT**	g kg ⁻¹ de matéria seca*					
30 e 45	28,78 a	4,40 a	45,11 a	4,22 a	2,29 a	1,73 b
30	29,11 a	4,17 a	44,78 a	4,33 a	2,20 a	1,97 a
45	26,56 a	4,13 a	42,56 a	4,11 a	2,10 a	1,72 b

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **DAT – Dias após o transplante

Para o Ca observou-se redução no teor até o menor valor estimado em 4,1 g kg⁻¹ MS para a dose de 2195 kg ha⁻¹ de torta de mamona (Figura 7). Isto pode ter ocorrido pelo efeito diluição, pois para a massa da matéria seca da inflorescência teve efeito inverso, ou seja, aumento até determinada dose e redução nas maiores doses e o Ca apresenta pequena mobilidade na planta, acumulando-se preferencialmente nas folhas. Este efeito diluição também foi relatado por Sánchez et al. (2001) e Alves et al. (2011) para nitrogênio e fósforo.

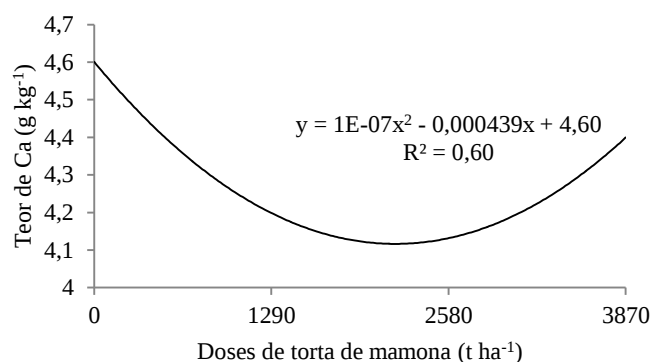


Figura 7: Teor de cálcio da inflorescência de couve-flor em função das doses de torta de mamona em cobertura. Botucatu, SP, 2016.

A ausência de diferença nos teores da maioria dos macronutrientes neste experimento talvez se deva ao fato do solo ser rico em matéria orgânica, além da adubação de base realizada em grande quantidade e localizada nas covas, o que favorece maior disponibilidade de nutrientes para as plantas até o final do ciclo. Alves et al. (2011), avaliando o híbrido Verona em substrato, observaram teores similares de N (28,07 g kg⁻¹) e Mg (2,04 g kg⁻¹), entretanto, os teores de P, K e S, foram superiores, com valores de 6,18; 53,24 e 9,85 g kg⁻¹ e inferior para Ca, 1,67 g kg⁻¹. O genótipo e o ambiente de cultivo, juntamente com a fertilidade do solo e a adubação realizada tem grande influência na absorção dos nutrientes, podendo ser os responsáveis pela promoção das diferenças entre os diferentes autores. A ordem decrescente dos teores de macronutrientes na inflorescência foi K>N>Ca≈P>Mg>S.

Em relação ao acúmulo de macronutrientes na inflorescência, não foi observada interação significativa para doses e parcelamentos. Entretanto, observou-se efeito significativo das doses de torta de mamona em cobertura para todos os nutrientes avaliados e não foi observado efeito significativo para o fator parcelamentos.

Nitrogênio, cálcio e magnésio apresentaram aumento linear nos valores acumulados chegando a 1,00; 0,14 e 0,08 g planta⁻¹ na dose máxima, respectivamente (Figura 8). O fósforo, o potássio e o enxofre foram crescentes até as doses de 2416,6; 2500 e 2166,6 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura, quando acumularam o máximo de 0,15; 1,48 e 0,06 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 8), diminuindo o acúmulo a partir destas doses.

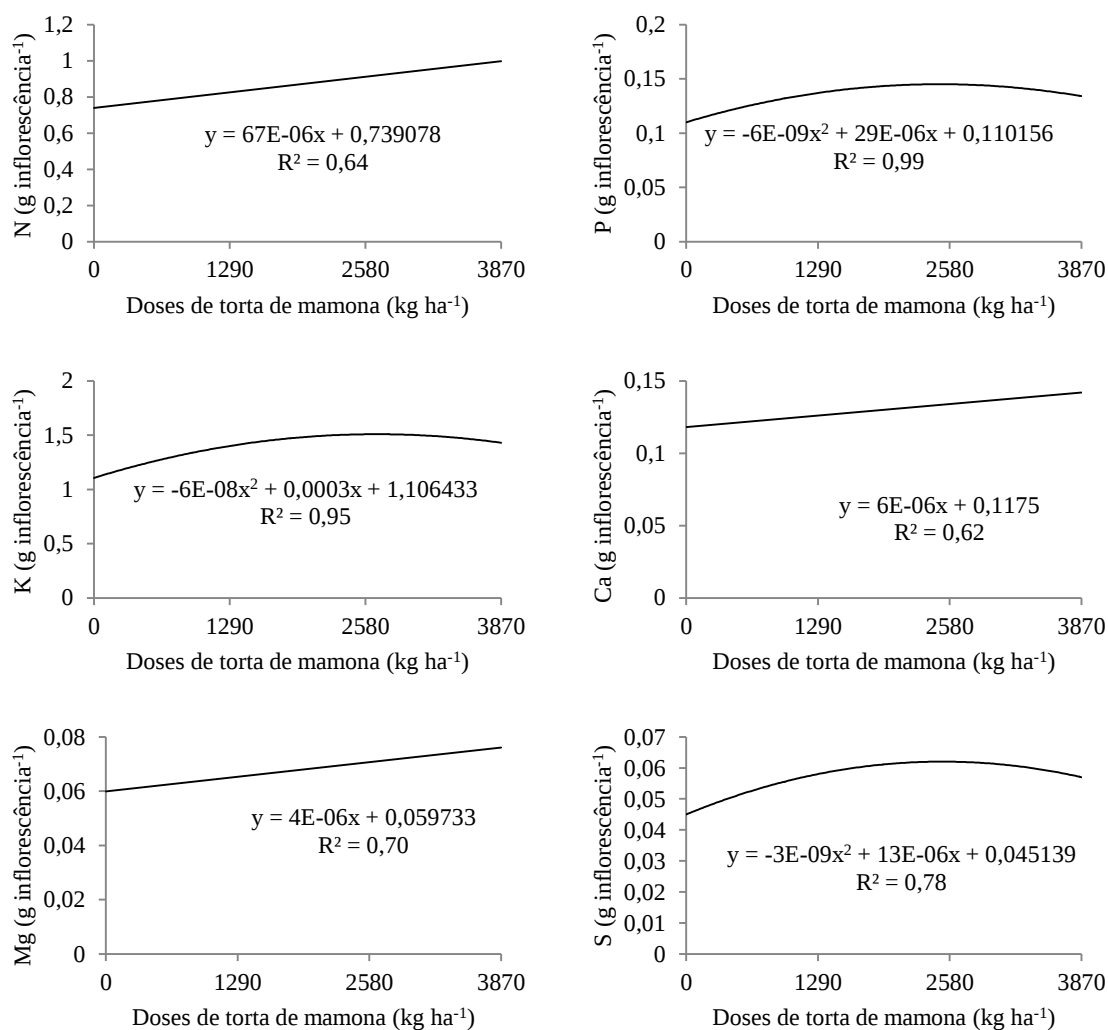


Figura 8: Acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na inflorescência da couve-flor em função das doses de torta de mamona. Botucatu, SP, 2016.

A ordem decrescente dos nutrientes acumulados foi $K > N > P \approx Ca > Mg > S$. As quantidades acumuladas nas inflorescências são exportadas, e representam importante componente de perda de nutrientes do solo, que deverão ser restituídos nos programas de adubação. Considerando-se a população de 31250 plantas ha⁻¹, seriam exportados cerca de 46; 32; 4,7; 4; 2,5 e 1,9 kg ha⁻¹ de K, N, P, Ca, Mg, S, respectivamente.

Assim como Alves et al. (2011), o potássio, seguido do nitrogênio, foram os nutrientes mais acumulados na inflorescência. No entanto, Sánchez et al. (2001), Castoldi et al. (2009) e Takeishi et al. (2009) constataram que o nitrogênio foi o nutriente mais acumulado, seguido do potássio. As diferenças nas ordens acumuladas de macronutrientes nos trabalhos citados podem ser atribuídas a cultivar, as condições ambientais a qual as plantas foram cultivadas, a fertilidade do solo e a nutrição das plantas como explica Cecílio Filho & Peixoto (2013). No

entanto, os resultados não são tão discrepantes, mostrando que o N e o K realmente são os nutrientes mais acumulados pela inflorescência.

Na menor dose, o acúmulo de N foi de 0,74 g inflorescência⁻¹, chegando a 1,00 g inflorescência⁻¹ na maior dose de torta de mamona em cobertura. Sánchez et al. (2001), Souza et al. (2007) e Castoldi et al. (2009) observaram valores acima de 3 g inflorescência⁻¹. Estes valores muito elevados obtidos por estes autores podem estar relacionados ao valor da massa da matéria seca, uma vez que são híbridos e condições de cultivo diferentes.

Para o fósforo houve pouca diferença entre as doses, passando de 0,11 para 0,15 g inflorescência⁻¹, sendo estes valores inferiores aos encontrados por Alves et al. (2011) e Castoldi et al. (2009), que foram de 0,17 e 0,27 g inflorescência⁻¹, respectivamente. Apesar da elevada demanda por adubação fosfatada nos boletins de adubação, este nutriente foi apenas o terceiro mais acumulado nesta pesquisa e nos experimentos desenvolvidos por Sánchez et al. (2001) e Takeishi et al. (2009).

Para o K também observou-se pequena variação entre os tratamentos, acumulando de 1,11 a 1,48 g inflorescência⁻¹ (ponto máximo para a dose 2500 kg ha⁻¹ de torta de mamona). Estes valores corroboraram com os de Sánchez et al. (2001) (1,48 g inflorescência⁻¹), Takeishi et al. (2009) (1,15 g inflorescência⁻¹) e Alves et al. (2011) (1,27 g inflorescência⁻¹). Segundo Takeishi et al. (2009), este nutriente é bastante acumulado nas folhas, e, devido sua fácil mobilidade na planta, pode ser translocado para a inflorescência, sendo sua absorção similar ao comportamento do nitrogênio.

O cálcio ocupou a quarta colocação entre os macronutrientes mais acumulados pela inflorescência da couve-flor, tendo valores variando de 0,12 a 0,14 g inflorescência⁻¹. Valores superiores foram observados por Takeishi et al. (2009), que encontraram acúmulo de 0,17 g inflorescência⁻¹ no híbrido Verona, e Sánchez et al. (2001) na cv. Profil (0,27 g inflorescência⁻¹). Takeishi et al. (2009) observaram que este nutriente foi o terceiro mais acumulado em toda planta, com um percentual acima de 90% presente nas folhas, isso porque o cálcio possui baixa mobilidade nas plantas (Araújo et al., 2015), além disso, nas folhas, mais do que em outros órgãos, ocorre maior corrente transpiratória, fazendo que ocorra maior locomoção do mesmo para elas, sendo pouco encontrado na inflorescência (Takeishi et al., 2009).

O magnésio foi o quinto nutriente mais acumulado, uma vez que sua maior concentração encontra-se nas folhas (Sánchez et al., 2001; Takeishi et al., 2009; Castoldi et al., 2009; Alves et al., 2011) por estar relacionado a função enzimática em reações fosforilativas e na clorofila (Malavolta et al., 1997), atuando nos processos de fotossíntese, respiração e síntese de compostos orgânicos, sendo que, na inflorescência, seu acúmulo ocorre nas últimas três

semanas anteriores à colheita (Takeishi et al., 2009). Os valores foram crescentes com as doses, passando de 0,0597 a 0,0752 g por inflorescência (Figura 8).

O acúmulo de enxofre ajustou-se ao modelo quadrático, variando de 0,05 a 0,06 g inflorescência⁻¹ (para a dose 2166 kg ha⁻¹). Takeishi et al. (2009) relatam que este nutriente é muito acumulado na inflorescência nos últimos 15 dias que antecedem a colheita. Entretanto, a partir dos 75 dias após a semeadura, ele é muito acumulado pelas folhas, sendo as brássicas consideradas acumuladoras de enxofre, principalmente nas sementes (Magro et al., 2009; Cardoso et al., 2016).

2.4 CONCLUSÕES

Os maiores valores de diâmetro, altura e massa fresca da inflorescência foram obtidos entre as doses de 3000 e 3800 kg ha⁻¹ de torta de mamona em cobertura (150 a 190 kg ha⁻¹ de nitrogênio) independente da época de aplicação;

As doses e épocas de aplicação pouco influenciam nas características físico-químicas da inflorescência;

Potássio e nitrogênio foram os nutrientes mais acumulados na inflorescência, independente da época de aplicação, sendo K>N>P≈Ca>Mg>S a ordem decrescente de acúmulo.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. U.; Prado, R. M.; Correia, M. A. R.; Gondim, A. R. O.; Cecílio Filho, A. B.; Politi, L. S. Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes. *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 35, n. 1, p. 45-55, 2011.
- Araújo, H. S.; Cardoso, A. I. I.; Oliveira Júnior, M. X. de; Magro, F. O. Teores e extrações de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife*, v.10, n.3, p.389-395, 2015.
- Association of Official Analytical Chemistry. Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry. 11 ed. Washington, 2005. 1015 p.
- Blanco, F. F.; Folegatti, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.122-127, 2008.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasil: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.
- Candian, J. S.; Martins, B. N. M.; Cardoso, A. I. I. Doses de composto orgânico no desenvolvimento inicial de couve-flor e nas características químicas do solo. *Cultivando o saber*, v. 8, n. 3, p. 257-266, 2015.
- 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.

- Castoldi, R.; Charlo, H. C. O.; Vargas, P. F.; Braz, L. T. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p. 438-446, 2009.
- Cecilio Filho, A. B.; Peixoto, F. de C. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013.
- Cunha, A. R.; Martins, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu, SP. *Irriga, Botucatu*, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- Din M; Qasim M; Alam M. Effect of different levels of N, P and K on the growth and yield of cabbage. *Journal of Agriculture Research*, v. 45, p. 171-176, 2007.
- Diniz, E. R.; Santos, R. H. S.; Urquiaga, S. S.; Peternelli, L. A.; Barrella, T. P.; Freitas, G. B. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1428-1434, 2008.
- Ferreira, D.F. *Sisvar - Sistema de análise de variância. Versão 5.3*. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2011.
- Filgueira, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização*. Viçosa: Editora UFV. 2008. 421p.
- Kano, C.; Salata, A. C.; Cardoso, A. I. I.; Evangelista, R. M.; Higuti, A. R. O.; Godoy, A. R. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 28, p. 453-457. 2010.
- Kano, Y.; Nakagawa, H.; Sekine, M.; Goto, H.; Sugiura, A. Effect of nitrogen fertilizer on cell size and sugar accumulation in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Hort Science*, v. 42, p. 1490-1492, 2007.
- Lanna, N. B. L.; Silva, P. N. L.; Colombari, L. F.; Corrêa, C. V.; Cardoso, A. I. I. Residual effect of organic fertilization on radish production. *Horticultura Brasileira* v. 36, p. 047-053, 2018.
- Linhares, P. C. F.; Oliveira, R. M.; Pereira, M. F. S; Silva, M. L. O. Adubação verde em diferentes proporções de jitirana com mata-pasto incorporado ao solo no coentro. *Revista Verde de Agroecologia*, Mossoró- RN, v. 5, n. 1, p. 91-95, 2010.
- Magro, F. O.; Cardoso, A. I. I.; Fernandes, D. M. Acúmulo de nutrientes em sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. *Revista Cultivando o Saber*. Cascavel, v.2, n.4, p.49-57, 2009.
- Magro, F. O.; Salata, A. C.; Cardoso, A. I. I. ; Fernandes, D. M. . Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 34, p. 596-602, 2010.
- Malavolta, E.; Pimentel-Gomes, F.; Alcarde, J. C. *Adubos e Adubações*. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- Malavolta, E; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações*. 2ª ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997, 319p.
- Marques, L. F.; Medeiros, D. C.; Coutinho, O. L.; Marques, L. F. Medeiros, C. B.; Vale, L. S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.5, p.24-33, 2010.

- Nelson, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. *Journal Biological Chemistry*, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1944.
- Sánchez, L. R., Botía, C. P., Sironi, J. S., Sánchez, A. A., Crespo, A. P., Nartínez, C. M. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. *Investigacion Agraria. Producción y protección vegetal*, v. 16, n. 1, p.119-130, 2001.
- Santos, S. S.; Espíndola, J. A. A.; Guerra, J. G. M.; Leal, M. A. A.; Ribeiro, R. L. D. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p.549-552, 2012.
- Severino, L. S.; Costa, F. X.; Beltrão, N. E. M.; Lucena, A. M. A. de.; 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. Paraíba*, v. 5, n. 1. 2004.
- Silva, P. N. L.; Lanna, N. B. L.; Cardoso, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. *Horticultura Brasileira (Impresso)* v. 34, p. 416-421, 2016.
- Souza, J. L. de. Cultivo orgânico de hortaliças: Sistema de produção. Viçosa : Centro de Produções Técnicas (CPT), 2009. 314 p.
- Souza, J. L.; Resende P. Manual de Horticultura Orgânica. 3 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, v. 1, 2014, 841 p.
- Souza, J. O.; Castoldi, R.; Charlo, H. C. O.; Vargas, P. F.; Braz, L. T. Dinâmica de acúmulo de macronutrientes pela cultura da couve-flor ‘Verona’. *Horticultura Brasileira, Marília*, v. 25, supl., 2007. CD- ROM
- Steiner, F, Lemos, J. M.; Sabedot, M. A.; Zoz, T. Efeito do composto orgânico sobre a produção e acúmulo de nutrientes nas folhas de couve manteiga. *Resumos do VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino-Americano de Agroecologia. Cadernos de Agroecologia*, v. 4, n. 1, p. 1886-1890, 2009.
- Takeishi, J.; Cecílio Filho, A. B.; Oliveira, P. R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor „Verona“. *Bioscience Journal, Uberlândia*, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2009.
- Trani, P. E.; Passos, F. A.; Azevedo, J. A. de; Tavares, M. Brócolis, couve-flor e repolho. In: Raij, B. van, Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997. p. 175.
- Tressler, D. K., Joslyn, M. A. Fruits and vegetables juice processing technology. Westport: AVI, 1961. 1028p.
- Zenebon, O. Pascuet; N. S.; Tigela, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4 edição, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008, p. 122-124.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as pesquisas realizadas nos municípios de Botucatu, SP e São Manuel, SP, observou-se que a utilização da torta de mamona em cobertura é mais importante em locais de transição e/ou em áreas que utilizam nenhuma ou pouca técnica de adubação orgânica ao longo das diferentes safras. A presença de matéria orgânica auxilia no poder tampão do solo, ou seja, na manutenção da estabilidade do pH e disponibilização de nutrientes. Como em Botucatu o solo já vem sendo trabalhado há muito tempo com intensa incorporação de matéria orgânica, os valores observados nos diferentes tratamentos tendem a ser mais estáveis e com menores porcentagens de respostas com o incremento de adubação em relação à São Manuel.

A elevação no teor de matéria orgânica, causada pela adição da torta, é muito importante para a disponibilização de nutrientes e desenvolvimento das plantas, funcionando não só como adubo, mas também exercendo algumas funções de um condicionador do solo. Em áreas onde se realiza a incorporação de matéria orgânica há alguns anos, apenas a adubação de plantio pode ser suficiente. Além disto, caso o produtor decida realizar a adubação em cobertura com torta de mamona, talvez apenas uma aplicação seja suficiente, pois a liberação de nutrientes é lenta e, com uma única aplicação, há economia de mão de obra e, conseqüentemente de custos.

Além da influência das quantidades e das épocas de aplicação da torta de mamona em cobertura, comparou-se o comportamento de plantas adubadas orgânica e inorganicamente na pesquisa realizada em São Manuel, SP. Neste estudo verificou-se que há condições de utilização apenas da adubação orgânica ao longo do ciclo da couve-flor para obter valores de produção, qualidade e nutrientes similares às plantas adubadas com adubo inorgânico ou até mesmo superiores, como aconteceu com a porcentagem de açúcares redutores, proteína bruta e acúmulos de K, Mg e S na inflorescência da planta.

Muito se tem a entender sobre a dinâmica da mineralização dos adubos orgânicos, quanto e quando devem ser utilizados, além de sua influência na planta e no solo. Entretanto, foi possível perceber que apenas a substituição de adubos não é o suficiente para a manutenção do equilíbrio no sistema. É importante utilizarmos técnicas de manejo e conservação do solo e de planta em conjunto para que possamos alcançar uma produção desejada e manter uma constância de produtividade, evitando a dependência de grandes quantidades de insumos e mão-de-obra, visto que, ambiente bem cuidado transforma o solo em um grande

reservatório, o qual necessita de menores adições de adubos, tendo como consequência menor necessidade de mão de obra e redução no custo de produção.

São necessários mais estudos com adubação orgânica, tanto no plantio quanto em cobertura, assim como pesquisas que acompanhem os fatores que podem influenciar sua utilização. Nem sempre maiores quantidades podem significar maior qualidade ou maior lucro.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D. M. P. de, BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 506 p.
- DIN, M.; QASIM, M.; ALAM, M. Effect of different levels of N, P and K on the growth and yield of cabbage. **Journal of Agriculture Research**, v. 45, p. 171-176, 2007.
- FAVARATO, L. F. Plantio de couve-flor de inverno. **Revista Campo & Negócio (Hortifrúti)**, v.8, n. 122, p. 22-23, 2015.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização**. Viçosa: Editora UFV. 2008. 421p.
- GOMES, C. B.; SOMAVILLA, L.; BRUM, D.; CORREA, A. P. A.; MORENO M. B.; SCHLEE, V. W.; SCHWENGBER, J. E.; KROLOW, A. C. Emprego da biofumigação do solo com torta de mamona no controle do nematoide das galhas (*Meloidogyne javanica*) e na produção e qualidade de alface 'elisa'. Embrapa Clima Temperado. In: Workshop: Insumos para agricultura sustentável. 2012. Pelotas. **Anais do congresso**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM.
- HAGIN, J.; OLSON, S. R.; SHAVIV, A. Review of interaction of ammonium-nitrate and potassium nutrition of crops. **Journal of Plant Nutrition**, v. 13, p. 1211–1226. 1990.
- HOWARD, A. S. **Um testamento agrícola**. São Paulo: Expressão Popular, 2007. 360 p.
- KANO, Y.; NAKAGAWA, H.; SEKINE, M.; GOTO, H.; SUGIURA, A. Effect of nitrogen fertilizer on cell size and sugar accumulation in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L.). **Hort Science**, v. 42, p. 1490-1492, 2007.
- KIEHL, E. J. **Adubação orgânica: 500 perguntas e respostas**. Piracicaba: editora Degaspari, 1ª edição, 2008. 227 p.
- KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: 1ª edição, 2010. 248 p., editora Degaspari.
- MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. 2007. **A cultura da couve-flor**. Instituto Agrônomo, Campinas, Brasil, 36pp. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 200).
- PASCHOAL, A. **Pragas, praguicidas e crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1979. 102 p.
- PÔRTO, M. L. A.; ALVES, J.C.; SOUZA, A. P.; ARAÚJO, R. C.; ARRUDA, J. A.; TOMPSON JÚNIOR, U. A. Doses de nitrogênio no acúmulo de nitrato e na produção da alface em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 539-543, 2012.
- SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A. de.; 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**. Paraíba, v. 5, n. 1. 2004.
- SOUZA, J. L. de. **Cultivo orgânico de hortaliças: Sistema de produção**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas (CPT), 2009. 314 p.

SOUZA, J. L; RESENDE P. **Manual de Horticultura** Orgânica. 3 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, v. 1, 2014. 841 p.