

**ISABELLA BARBOSA MARQUES**

**ÉPOCA DE PLANTIO E TEMPO DE INCORPORAÇÃO DE TORTA DE MAMONA  
NO CULTIVO ORGÂNICO DE *Calendula officinalis* L.**

**Botucatu**

**2019**



**ISABELLA BARBOSA MARQUES**

**ÉPOCA DE PLANTIO E TEMPO DE INCORPORAÇÃO DE TORTA DE MAMONA  
NO CULTIVO ORGÂNICO DE *Calendula officinalis* L.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Dr. Filipe Pereira Giardini Bonfim

**Botucatu**

**2019**

M357e

Marques, Isabella Barbosa

Época de plantio e tempo de incorporação de torta de mamona no cultivo orgânico de *Calendula officinalis* L. / Isabella Barbosa

Marques. -- Botucatu, 2019

63 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Filipe Pereira Giardini Bonfim

1. Plantas medicinais. 2. Calêndula. 3. Fitoquímica. 4. Flavonoides.

I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** ÉPOCA DE PLANTIO E TEMPO DE INCORPORAÇÃO DE TORTA DE MAMONA NO CULTIVO ORGÂNICO DE *Calendula officinalis* L

**AUTORA:** ISABELLA BARBOSA MARQUES

**ORIENTADOR:** FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM

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

  
Prof. Dr. FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM  
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

  
Dr.ª NATHALIA DE SOUZA PARREIRAS  
Depto de Horticultura - Pós-Doc / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP

  
Dr.ª JORDANY APARECIDA DE OLIVEIRA GOMES  
Centro de P&D de Recursos Genéticos / Instituto Agronomico de Campinas

Botucatu, 26 de fevereiro de 2019



*Aos meus amados pais, Ailton e Ivane e  
meus amados irmãos, Pablo e Lucas,  
Dedico.*



## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos diárias em minha vida, por me conceder saúde e sabedoria para conduzir esta etapa.

À minha mãe do céu, Maria Santíssima por ser meu amparo e colo acolhedor nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Ailton e Ivane, minha maior e mais bonita fonte de inspiração, aqueles que nunca mediram esforços para que eu chegasse até aqui. Aos meus irmãos Pablo e Lucas pelo companheirismo, pelo incentivo e pelas brincadeiras que ajudam a tornar o caminho menos árduo. Sou muito grata pelo amor e apoio incondicionais que recebo de vocês, sou grata por sonharem os meus sonhos comigo e por acreditarem tanto em mim. Vocês são o alicerce da minha vida e essa vitória é de nós 5.

À minha tia Daka, por ter me deixado fazer da sua casa o meu lar nesse estado, que se tornou meu refúgio quando tudo parecia pesado demais.

A toda a minha família pelo apoio e incentivo incessantes.

Ao prof. Dr. Filipe pela orientação e confiança depositada em mim e no meu trabalho. Pelo exemplo profissional, que me fez perceber quão gratificante e prazerosa é a pesquisa.

À Hilbaty e Emanuelle, pela amizade e companheirismo e pela ajuda direta e constante no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço de forma muito especial ao “Colega” Júlio, um dos meus maiores apoios da vida acadêmica e um grande amigo nos últimos 7 anos. Obrigada pela ajuda imensurável na construção deste trabalho e por ser sempre tão disposto a me socorrer quando tenho uma dúvida ou um problema.

Aos estagiários do Laboratório de Plantas Medicinais e do Grupo de Pesquisa em Horticultura Orgânica e Biodiversidade pela ajuda em todas etapas deste trabalho. À Daniela pela ajuda crucial com a etapa de fitoquímica.

Aos funcionários da Fazenda São Manuel e do Pomar da Horticultura por toda a ajuda ao longo do mestrado.

Aos amigos do “Santidade Carregando...” por sempre colocarem meus planos acadêmicos em suas orações e por acreditarem em mim mais do que eu mesma. Especialmente minha ‘miga” Mona que foi quem ouviu cada lamentação minha, que me disse que eu era capaz quando nem eu mesma acreditava. Obrigada por se fazer tão presente mesmo com os mais de 1000 km que nos separam.

Ao departamento de Horticultura e a FCA pela estrutura física e humana disponibilizada para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa.

A todos que contribuíram de alguma forma, seja através da oração, de torcida, de boas vibrações, sou absolutamente grata.

Não reclame se a terra não é boa, que o clima não é favorável. Não  
lhe cabe julgar a terra ou o tempo, tua missão é semear.

Vade Bernaski



## RESUMO

O manejo cultural de plantas medicinais é fator que influencia fortemente na síntese de metabólitos secundários, sendo a adubação fundamental para alcançar boa produtividade e teores satisfatórios de compostos bioativos. Dessa forma, o objetivo do estudo foi avaliar a produção de capítulos florais, compostos fenólicos totais, flavonoides totais, bem como o crescimento de calêndula (*Calendula officinalis* L.) submetida a tempos de incorporação de torta de mamona em diferentes épocas de cultivo. O trabalho foi dividido em dois capítulos, no primeiro avaliou-se a massa fresca e seca dos capítulos florais, número de capítulos florais, teor de compostos fenólicos e de flavonoides de capítulos florais em três tempos de incorporação de torta de mamona (28 e 14 dias antes do transplante e no dia do transplante) associados a quatro épocas de cultivo. A análise dos dados revelou que a produção de material vegetal foi influenciada tanto pelo tempo de incorporação da torta de mamona quanto pela época de cultivo, apresentando interação entre os fatores. Na época de cultivo 1 médias inferiores foram verificadas com a incorporação 0 DAT. Menores médias foram encontradas também com incorporação 28 DAT na época de cultivo 3. Nas épocas de cultivo 2 e 4 não houve diferença estatística entre os tempos de incorporação, entretanto a época de cultivo 2 apresentou valores inferiores de produção de material vegetal quando comparada às demais épocas. Deste modo, não é indicado o cultivo em condições climáticas similares às da época de cultivo 2 (alta precipitação e temperaturas elevadas) em função da baixa produtividade de inflorescências. O teor de compostos fenólicos não apresentou diferenças significativas em função dos tratamentos. Menores médias no teor de flavonoides foram verificadas com a incorporação 28 DAT na época de cultivo 4. No capítulo 2 estudou-se a influência de três tempos de incorporação (28 e 14 dias antes do transplante e no dia do transplante) de torta de mamona sobre o crescimento de calêndula cultivada em condição de casa de vegetação. Foram realizadas 6 avaliações de crescimento em intervalos de 14 dias. Calculou-se os seguintes índices fisiológicos de crescimento: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF). Foi determinado ainda o número de capítulos florais e o teor de nitrogênio foliar. Ao final, os dados obtidos foram ajustados a modelos de regressão. Verificou-se então, que a incorporação 14 dias antes do transplante

resultou em maiores valores para os índices fisiológicos. O maior número de capítulos florais foi alcançado com incorporação 28 dias antes do transplante. Os tratamentos com incorporação 28 DAT e 14 DAT proporcionaram maior disponibilidade de nitrogênio logo no início do ciclo da cultura. Já a incorporação no dia do transplante ajustou-se à equação quadrática, com valor máximo de nitrogênio foliar aos 60 dias após transplante, sugerindo retardo na mineralização da torta de mamona e conseqüentemente na disponibilização do nitrogênio.

**Palavras-chave:** Calêndula. Adubação orgânica. Plantas Medicinais. Flavonoides.

## ABSTRACT

The cultural management of medicinal plants is a factor that strongly influences the synthesis of secondary metabolites, with the fertilization being fundamental to achieve good productivity and satisfactory levels of bioactive compounds. Thus, the objective of the study was to evaluate the production of floral chapters, total phenolic compounds, total flavonoids, as well as the growth of calendula (*Calendula officinalis* L.) submitted to times of incorporation of castor bean cake at different growing seasons. The work was divided in two chapters, in the first one was evaluated the fresh and dry mass of the floral chapters, number of floral chapters, content of phenolic compounds and flavonoids of floral chapters in three times of incorporation of castor bean cake (28 and 14 days before transplanting and on the day of transplanting) associated with four growing seasons. The data analysis has revealed that the production of plant material was influenced both by the incorporation time of the castor bean cake and the growing season, showing interaction between the factors. At the time of cultivation 1 lower means were verified with the 0 DAT incorporation. Minor means were also found with 28 DAT incorporation at the time of cultivation 3. In the growing seasons 2 and 4 there was no statistical difference between the incorporation times, however the crop season 2 presented lower values of plant material compared to the other. Thus, cultivation is not indicated in climatic conditions similar to those of the growing season 2 (high rainfall and high temperatures) due to the low productivity of inflorescences. The amount of phenolic compounds did not present significant differences depending on the treatments. Lower mean values in the flavonoid amount were observed with the incorporation of 28 days before the transplanting in the growing season 4. In Chapter 2, the influence of three incorporation times (28 and 14 days before transplanting and on the day of transplant) of castor bean cake on the growth of marigold cultivated under greenhouse conditions. Six growth evaluations were performed at 14 day intervals. The following physiological growth rates were calculated: absolute growth rate (TCA), relative growth rate (TCR), net assimilation rate (TAL), leaf area ratio (RAF), specific leaf area (AFE) leaf weight (RPF). Also, it was determined the number of floral chapters and the content of leaf nitrogen. At the end, the obtained data were adjusted to regression models. It was then found that incorporation 14 days before transplanting resulted in higher values for the physiological indices. The largest number of floral chapters was reached with incorporation 28 days before transplanting. Treatments with incorporation 28 and 14

days before transplanting provided higher nitrogen availability at the beginning of the culture cycle. The incorporation on the transplanting day was adjusted to the quadratic equation, with a maximum value of foliar nitrogen at 60 days after transplanting, suggesting delay in the mineralization of the castor bean cake and consequently the availability of nitrogen.

**Keywords:** Marigold. Organic fertilization. Medicinal plants. Flavonoids.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DE CAPÍTULOS FLORAIS, TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E FLAVONOIDES DE CALÊNDULA EM FUNÇÃO DO MANEJO DA ADUBAÇÃO COM TORTA DE MAMONA .....</b> | <b>21</b> |
| 1.1 INTRODUÇÃO .....   | 23        |
| 1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 24        |
| 1.2.1 Local de estudo.....   | 24        |
| 1.2.2 Produção de mudas.....   | 24        |
| 1.2.3 Delineamento experimental.....   | 24        |
| 1.2.4 Adubação.....  | 25        |
| 1.2.5 Tratos culturais e colheita.....   | 26        |
| 1.2.6 Quantificação de compostos fenólicos totais.....   | 27        |
| 1.2.7 Quantificação de flavonoides.....  | 27        |
| 1.2.8 Análise estatística.....   | 28        |
| 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 28        |
| 1.4 CONCLUSÃO.....   | 37        |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>38</b> |
| <b>CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DE CRESCIMENTO E NITROGÊNIO FOLIAR DE CALÊNDULA EM FUNÇÃO DO MANEJO DA ADUBAÇÃO COM TORTA DE MAMONA.....</b>                                       | <b>41</b> |
| 2.1 INTRODUÇÃO.....  | 43        |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 44        |
| 2.2.1 Local de estudo e clima.....   | 44        |
| 2.2.2 Produção de mudas.....   | 44        |
| 2.2.3 Delineamento experimental.....   | 44        |
| 2.2.4 Análise de crescimento.....  | 45        |
| 2.2.5 Determinação de nitrogênio foliar.....   | 47        |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 47        |

|     |                                  |           |
|-----|----------------------------------|-----------|
| 2.4 | CONCLUSÃO.....                   | 55        |
|     | <b>REFERÊNCIAS .....</b>         | <b>56</b> |
|     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b> | <b>59</b> |
|     | <b>REFERÊNCIAS.....</b>          | <b>61</b> |
|     | <b>APÊNDICE.....</b>             | <b>63</b> |

## INTRODUÇÃO GERAL

As plantas medicinais são imprescindíveis para o desenvolvimento da pesquisa farmacológica, visto que seus constituintes químicos são utilizados de forma direta como agente terapêutico, bem como a possibilidade de uso do material vegetal como matéria-prima para a síntese, ou modelo para compostos farmacologicamente ativos (WHO, 1998). Desta forma, foram instituídas políticas públicas no Brasil, que se referem ao cultivo e manejo dessas plantas. Por meio do Decreto Nº 5.813, de 22 de junho de 2006, foi aprovada a Política Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos (PNPMF), que tem como linhas prioritárias o desenvolvimento de ações com o objetivo de acesso seguro e uso racional pela população brasileira.

Para atingir esse propósito instituiu-se o Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos e o Comitê Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos pela Portaria Interministerial nº 2960, de 9 de dezembro de 2008. As principais diretrizes referem-se à regulamentação de cultivo e manejo sustentável, produção, distribuição e uso de plantas medicinais e fitoterápicos. Promoção e adoção de boas práticas de cultivo, manipulação de plantas medicinais e fitoterápicos, inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva e estímulo à produção de fitoterápicos em escala industrial.

Em consonância com essas políticas públicas, em fevereiro de 2009 foi publicada a Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse ao SUS (RENISUS), que conta com 71 espécies. Cujo objetivo é nortear as ações para seleção de espécies com potencial de avançar no desenvolvimento da cadeia produtiva e de gerar fitoterápicos para o SUS. Recomenda-se, portanto, a organização do setor produtivo, legalmente estabelecido, atendendo as Boas Práticas e as normas sanitárias, regulamentadas pela ANVISA (BRASIL, 2006).

Dentre as 71 espécies selecionadas, destaca-se a *Calendula officinalis* como uma das plantas de interesse ao SUS (RENISUS), que está entre as três plantas medicinais mais utilizadas na Rede Pública de Saúde do Estado de São Paulo (OLIVEIRA, SIMÕES; SASSI, 2006). A calêndula (*Calendula officinalis* L.), também conhecida como são malmequer, maravilha-dos-jardins, verrucaria e margarida-dourada, é uma planta originária da região Mediterrânea e Ilhas Canária, pertencente à família Asteracea (GRANDI, 2014).

É uma planta herbácea, de até 60 cm, com sistema radicular fasciculado, folhas simples e sésseis, alternas, lanceoladas, com pelos glandulares em ambas as faces, Suas flores podem apresentar coloração amarela ou alaranjada dispostas em capítulos de 3 a 7 cm, envolvidas pelo involúcro de duas séries de brácteas (WHO, 2002; LORENZI; SOUZA, 2008; LORENZI; MATOS, 2008). As flores da periferia estão em formas liguladas, pistiladas de 1,5 a 3 cm de comprimento e 0,5 a 0,7 cm de largura (FARMACOPÉIA BRASILEIRA IV, 2002).

Essa planta apresenta múltiplas atividades farmacológicas tradicionais, tais como: anti-inflamatória, antisséptica, antiespasmódica, adstringente, sudorífera, antibacteriana, cicatrizante, emenagoga e imunomoduladora. Além disso, é usada ainda em casos de acne, contusões, eczemas, queimaduras, picadas de insetos, irritações na pele, amenorreia e dismenorreia. (ACOSTA, RODRÍGUEZ; SÁNCHEZ, 2001; ALMEIDA, 2003).

A calêndula apresenta grande espectro de compostos químicos, com destaque para os compostos fenólicos, que são substâncias que apresentam em sua estrutura ao menos um anel aromático ligado a um grupo hidroxila. Trata-se de um grupo com cerca de 10.000 compostos, que apresentam uma diversidade de funções nos vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2013), podendo ser dispostos em diversas classes de acordo com a quantidade e o número de anéis aromáticos (FARAH et al, 2006). Alterações no anel central dessas substâncias ocasionam à distinção em subclasses tais como: chalconas, flavanonas, flavanonóis, flavonas, flavonóis, isoflavonas, flavan-3-ols e antocianidinas (VEITCH; GRAYER, 2011; BOOTS, HAENEN; BAST, 2008).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007), diversos são os fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários, tais quais a sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação, nutrientes e temperatura. A nutrição é um dos fatores que requer maior atenção, haja vista que o excesso ou deficiência de nutrientes está intimamente relacionado à instabilidade de produção de substâncias ativas. Há uma correlação bem estabelecida de que o fornecimento abundante de nitrogênio ocasiona menor produção de metabólitos fenólicos (BRYANT, 1987; PRICE, 1989).

O cultivo de plantas medicinais para fins de fitoterapia deve ser feito com base nos preceitos orgânicos. O preparo do solo deve ter por base o cultivo mínimo, e seu manejo correto auxilia no controle de pragas, doenças e invasoras, na manutenção da fertilidade e, conseqüentemente, na produtividade (JUNIOR; SCHEFFER, 2009).

A torta de mamona é resíduo da agroindústria e pode ser usada como fonte de adubo orgânico, é oriunda do processo de industrialização da semente de mamona (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2009). Propicia fornecimento de matéria orgânica ao solo e nutrientes às culturas, possui ainda potencial para regeneração de solos degradados, já que apresenta cerca de 89% de matéria orgânica. (SAVY, 1999), bem como aumento dos teores residuais de fósforo e potássio. Solos que recebem adição deste composto apresentam aumento da atividade microbiana, o que provavelmente se deve aos altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio (SEVERINO et al, 2005).

Apresenta, em média, 5% de N e boa razão C/N, na ordem de 11,6 (Zapata et al., 2012), mas superior aos subprodutos tradicionais usados como fertilizantes como bagaço de cana (0,24%), cinza de madeira (0,51%) e esterco (0,77%) (SEVERINO et al., 2006).

Em determinados resíduos orgânicos a mineralização ocorre de forma lenta, pelo baixo conteúdo de N, e quando adicionados ao solo podem ficar temporariamente indisponíveis devido à imobilização (CABRERA ET AL., 2005; LÓPEZ-PIÑEIRO et al., 2008). Já a torta de mamona é mineralizada extremamente rápido, com alta quantidade de N liberado em curto período de tempo, o que segundo Lima e colaboradores (2011), torna-a um fertilizante de alta qualidade que tem sido amplamente utilizada na produção em sistemas orgânicos (SANTOS et al., 2012). A mineralização da torta de mamona medida pela evolução microbiana de CO<sub>2</sub> é 7 vezes mais rápida que a do esterco bovino e 15 vezes mais rápida que do bagaço de cana-de-açúcar (Severino et al., 2004).

Diante do exposto verifica-se a necessidade de estudos relatam a dinâmica da torta de mamona nos solos e seus efeitos, aliados à distintas épocas de cultivo sobre o crescimento, produtividade e compostos fenólicos da calêndula.



**CAPÍTULO 1**  
**PRODUÇÃO DE CAPÍTULOS FLORAIS, TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS**  
**TOTAIS E FLAVONOIDES DE CALÊNDULA EM FUNÇÃO DO MANEJO DA**  
**ADUBAÇÃO COM TORTA DE MAMONA**

**RESUMO**

O manejo da adubação em plantas medicinais, especialmente a nitrogenada, e variações climáticas em função da época de cultivo são fatores que interferem diretamente na produção de biomassa, bem como, podem influenciar na síntese de metabólitos especializados. Deste modo, o objetivo do estudo foi determinar a produção de biomassa, teor de compostos fenólicos totais e flavonoides de capítulos florais de calêndula, em função do manejo da adubação orgânica com torta de mamona em campo em quatro épocas de cultivo. O estudo foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcela subdividida no tempo. As parcelas experimentais consistiram de três tempos de incorporação de torta de mamona: 28 e 14 dias antes do transplântio e no dia do transplântio. As subparcelas consistiram no cultivo em 4 épocas distintas, diferindo entre si, quanto à pluviosidade e temperatura. Avaliou-se a massa de capítulos florais fresca e seca e o número de capítulos florais, bem como os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. A análise dos dados revelou que a produção de material vegetal foi influenciada tanto pelo tempo de incorporação da torta de mamona quanto pela época de cultivo, bem como pela interação entre os fatores. Na época de cultivo 1 médias inferiores foram verificadas com a incorporação 0 DAT. Menores médias foram encontradas com incorporação 28 DAT na época de cultivo 3. Nas épocas de cultivo 2 e 4 não houve diferença estatística entre os tempos de incorporação, entretanto a época de cultivo 2 apresentou valores inferiores de produção de material vegetal quando comparada às demais épocas. Deste modo, não é indicado o cultivo em condições climáticas similares às da época de cultivo 2 (alta precipitação e temperatura elevadas) em função da baixa produtividade de inflorescências. O teor de compostos fenólicos não apresentou diferenças significativas em função dos tratamentos. Menores médias no teor de flavonoides foram verificadas com a incorporação 28 DAT na época de cultivo 4.

**Palavras chave:** *Calendula officinalis*. Composto orgânico. Condição climática. Fitoquímica.

### ABSTRACT

The management of fertilization in medicinal plants, especially nitrogen, and climatic variations as a function of the growing season are factors that directly interfere in the production of biomass, as well as, may influence the synthesis of specialized metabolites. Thus, the objective of the study was to determine the biomass production, total phenolic compounds amount and flavonoids of marigold floral chapters, due to the organic fertilizer handling with field castor bean cake in four growing seasons. The study was conducted in a randomized block design in a plot scheme subdivided in time. The experimental plots consisted of three times of incorporation of castor bean cake: 28 and 14 days before transplanting and on the day of transplanting. The subplots consisted in the cultivation in 4 distinct seasons, that differ from each other in terms of rainfall and temperature. It was evaluated the mass of fresh and dry floral chapters and the number of floral chapters, as well as the amount of total phenolic compounds and flavonoids. The data were submitted to the analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of significance. The data analysis has revealed that the production of plant material was influenced both by the incorporation time of the castor bean cake and by the growing season, as well as by the interaction between the factors. At the time of cultivation 1 lower means were verified with incorporation 0 days before transplanting. Minor averages were found with incorporation 28 days before transplanting at the time of cultivation 3. In cultivation times 2 and 4 there was no statistical difference between the incorporation times, however the cultivation season 2 presented lower values of vegetal material production when compared to the other times. Thus, cultivation is not indicated in climatic conditions similar to those of the growing season 2 (high precipitation and high temperatures) due to the low productivity of inflorescences. The amount of phenolic compounds did not present significant differences depending on the treatments. Lower mean values of flavonoid content were observed with incorporation 28 days before transplanting at the time of culture 4.

**Keywords:** *Calendula officinalis*. Organic compost. Weather condition. Phytochemistry.

## 1.1 INTRODUÇÃO

*Calendula officinalis* L. é uma espécie largamente cultivada em diversas partes do mundo, seja pelo seu potencial ornamental, cosmético ou medicinal (RAMOS et al., 1998), e seus capítulos florais são a parte de interesse à fitoterapia. Entre os principais constituintes químicos de suas flores estão os flavonoides, que são compostos que apresentam 15 carbonos, sintetizados a partir das rotas do ácido chiquímico e do ácido malônico (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Nas plantas comumente apresentam função foto protetora, além de atrair insetos polinizadores. Dentre as ações terapêuticas de interesse ao homem estão o fortalecimento dos vasos capilares (rutina e hesperidina), ação antiesclerótica e antiedematosos (rutina e oxietilrutina), ação antimicrobiana e anti-hepatotóxico (silimarina) (MARTINS et al., 2004). Dessa forma, estudos se fazem necessários visando determinar as melhores condições para o cultivo de plantas com produção de metabólitos secundários de interesse, tal como a *Calendula officinalis*.

Carvalho (2015) recomenda a adoção de princípios e técnicas agroecológicas no cultivo de plantas medicinais, como adubação com fontes orgânicas de nitrogênio, fósforo e potássio. Existem diversos materiais orgânicos que podem ser empregados para fins de adubação, dentre eles destacam-se os esterco, cama de aviário, palhas, restos vegetais e compostos, além de resíduos da agroindústria, tais quais tortas de oleaginosas (KIEHL, 1985).

A torta de mamona é fertilizante orgânico simples, pois é oriundo de uma única fonte de origem vegetal, é importante fonte de nitrogênio orgânico, fósforo e potássio (TRANI et al., 2013), apresentando cerca de 89% de matéria orgânica (SAVY, 1999). Contribui com a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, proporcionando aumento do pH e do poder tampão do solo, melhora a capacidade de troca de cátions, de armazenamento de água e aeração do solo, podendo agir ainda como controladora de nematoides de solo (COSTA et al., 2004; SEVERINO et al., 2006; PRIMAVESI, 1981).

A incorporação de matéria orgânica ao solo proporciona melhorias a sua bioestrutura, contribui para a diversificação da população de microrganismos e da fauna agrícola, o que incide diretamente na saúde das plantas, pois um solo bem nutrido reflete em população vegetal bem nutrida e saudável, no entanto o efeito da matéria orgânica depende do seu manejo adequado (PRIMAVESI, 1981).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi determinar a produção de biomassa, teor de compostos fenólicos totais e flavonoides de capítulos florais de calêndula em função do manejo da adubação orgânica com torta de mamona em campo, em quatro épocas de cultivo.

## **1.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **1.2.1 Local do estudo**

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Localizada no município de São Manuel – SP, cujo clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Cfa, temperado quente (mesotérmico) úmido, com chuvas concentradas entre os meses de novembro e abril, e precipitação média anual de 1.376 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CUNHA; MARTINS, 2009).

### **1.2.2 Produção de mudas**

Para a produção de mudas foram utilizadas sementes adquiridas comercialmente da marca Isla®, cultivar dobrada sortida/bonina, lote: 109490, porcentagem de germinação de 82%, pureza de 97,5% e livre de defensivos. As mesmas foram semeadas em bandejas de polipropileno de 128 células, preenchidas com o substrato comercial Carolina Soil®. Foram distribuídas duas sementes por célula. Quinze dias após a semeadura em todos os cultivos foram realizados desbastes, ficando uma plântula por célula.

### **1.2.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (3x4), o primeiro fator foi constituído por três níveis, caracterizado pela incorporação da torta de mamona, em que: tratamento 1: incorporação de torta de mamona 28 dias antes do transplântio; tratamento 2: incorporação de torta de

mamona 14 dias antes do transplante; e tratamento 3: incorporação no dia do transplante. O segundo fator refere-se a quatro épocas de cultivo (Tabela 1).

**Tabela 1 – Caracterização climática das épocas de cultivo de calêndula sob manejo orgânico nos primeiros 60 dias após a primeira incorporação**

| Época de cultivo            | Precipitação acumulada (mm) | Temperatura média (°C) |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 (21/08/2017 a 13/12/2017) | 29,8                        | 21,8                   |
| 2 (20/11/2017 a 07/03/2018) | 304,1                       | 23,6                   |
| 3 (12/02/2018 a 29/06/2018) | 203,1                       | 22,2                   |
| 4 (30/05/2018 a 10/10/2018) | 17,1                        | 19,8                   |

O experimento foi composto por sete blocos, totalizando 84 parcelas experimentais. Cada parcela contendo 16 plantas, avaliando as quatro centrais, no espaçamento de 25 cm x 25 cm entre linhas e fileiras.

#### 1.2.4 Adubação

A adubação foi realizada utilizando 1 kg de torta de mamona por m<sup>2</sup> (Tabela 2), segundo recomendado por Aguiar et al., (2014) para algumas espécies medicinais e condimentares.

**Tabela 2 - Composição química da torta de mamona**

| N                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca   | Mg   | S    | Umidade     | M.O.-Total    | C.-Total |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------|-------------|---------------|----------|
| ----- ** % (ao natural) -----     |                               |                  |      |      |      |             |               |          |
| 4,75                              | 1,16                          | 0,84             | 0,91 | 0,46 | 0,42 | 7           | 85            | 47       |
| Na                                | B                             | Cu               | Fe   | Mn   | Zn   | C/N (total) | pH ao natural |          |
| ----- ** mg/Kg (ao natural) ----- |                               |                  |      |      |      |             |               |          |
| 486                               | ---                           | 21               | 2523 | 122  | 90   | 10/1        | 6,4           |          |

Fonte: Departamento de solos e recursos ambientais da FCA/Unesp

As características químicas do solo antes e após o cultivo de calêndula adubada com torta de mamona estão descritas na tabela 3. Não foi necessária a correção do solo, pois a saturação por bases estava adequada, segundo a recomendação de Trani et al., (1997). O solo da área experimental de São Manuel é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999), de textura arenosa.

**Tabela 3** - Características químicas do solo antes e após o cultivo de calêndula adubada com torta de mamona. FCA/UNESP, Botucatu, 2018

|                  |        | pH                | pH               | M.O.              | P <sub>resina</sub> | Al <sup>3+</sup> | H+Al | Na | K                    | Ca | Mg | SB | CTC | V% | S                  | B    | Cu  | Fe  | Mn   | Zn   |
|------------------|--------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|------------------|------|----|----------------------|----|----|----|-----|----|--------------------|------|-----|-----|------|------|
|                  |        | CaCl <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | g/dm <sup>3</sup> | mg/dm <sup>3</sup>  |                  |      |    | mmol/dm <sup>3</sup> |    |    |    |     |    | mg/dm <sup>3</sup> |      |     |     |      |      |
| ANTES DO CULTIVO |        | 5,7               |                  | 12                | 185                 | 0                | 19   |    | 2,0                  | 35 | 7  | 44 | 63  | 70 |                    | 0,15 | 4,1 | 115 | 5,1  | 10,1 |
| ÉPOCA 1          | 28 DAT | 4,8               | -                | 14                | 92                  | 0                | 16   | -  | 1,4                  | 26 | 7  | 35 | 51  | 68 | 4                  | 0,48 | 3,5 | 133 | 41,2 | 9,3  |
|                  | 14 DAT | 4,8               | -                | 13                | 90                  | 0                | 15   | -  | 1,7                  | 25 | 7  | 34 | 49  | 69 | 3                  | 0,45 | 4,2 | 161 | 47,1 | 10,3 |
|                  | 0 DAT  | 5,1               | -                | 19                | 91                  | 0                | 14   | -  | 1,5                  | 32 | 6  | 40 | 54  | 74 | 3                  | 0,41 | 3,6 | 129 | 40,7 | 9,5  |
| ÉPOCA 2          | 28 DAT | 5,1               | -                | 14                | 149                 | 0                | 14   | -  | 1,3                  | 25 | 6  | 33 | 47  | 70 | 3                  | 0,46 | 3,9 | 131 | 41,2 | 10,4 |
|                  | 14 DAT | 6,1               | -                | 12                | 145                 | 0                | 20   | -  | 1,5                  | 24 | 6  | 32 | 51  | 62 | 4                  | 0,44 | 3,6 | 136 | 43,0 | 9,1  |
|                  | 0 DAT  | 5,5               | -                | 12                | 160                 | 0                | 21   | -  | 1,5                  | 24 | 6  | 32 | 53  | 60 | 4                  | 0,45 | 4,3 | 150 | 43,9 | 10,3 |
| ÉPOCA 3          | 28 DAT | 5,7               | -                | 12                | 170                 | 0                | 16   | -  | 1,1                  | 24 | 6  | 31 | 48  | 66 | 4                  | 0,43 | 3,6 | 142 | 41,1 | 9,3  |
|                  | 14 DAT | 5,8               | -                | 12                | 168                 | 0                | 16   | -  | 1,2                  | 32 | 7  | 40 | 55  | 72 | 4                  | 0,48 | 3,9 | 139 | 42,7 | 9,6  |
|                  | 0 DAT  | 5,6               | -                | 12                | 163                 | 0                | 19   | -  | 1,3                  | 31 | 7  | 39 | 58  | 68 | 4                  | 0,41 | 3,5 | 129 | 40,6 | 8,4  |
| ÉPOCA 4          | 28 DAT | 5,7               | -                | 12                | 159                 | 0                | 16   | -  | 1,7                  | 30 | 7  | 38 | 54  | 70 | 4                  | 0,45 | 3,4 | 126 | 40,9 | 8,2  |
|                  | 14 DAT | 6,0               | -                | 14                | 196                 | 0                | 15   | -  | 2,3                  | 31 | 6  | 40 | 55  | 72 | 4                  | 0,41 | 3,5 | 129 | 42,3 | 8,9  |
|                  | 0 DAT  | 5,7               | -                | 13                | 183                 | 0                | 15   | -  | 1,6                  | 32 | 7  | 40 | 56  | 73 | 4                  | 0,43 | 3,4 | 132 | 42,9 | 9,1  |

Fonte: Departamento de solos e recursos ambientais da FCA/Unesp

### 1.2.5 Tratos culturais e colheita

O controle de plantas espontâneas foi realizado através de capinas ao longo do ciclo da cultura, a irrigação foi realizada através de aspersão convencional, no período matutino, durante 30 minutos, com vazão dos aspersores de 2,1 m<sup>3</sup>/hora.

No cultivo 1, a incorporação 28 DAT foi realizada no dia 21/08/2017; 14 DAT em 04/09/2017 e 0 DAT em 18/09/2017. A colheita dos capítulos florais iniciou-se em 25/10/2017 e encerrou-se em 13/12/2017. No cultivo 2, o 28 DAT foi incorporado em 20/11/2017, o 14 DAT em 04/12/2017 e 0 DAT em 15/12/2017. A colheita dos capítulos florais teve início em 07/02/2018, estendendo-se até 07/03/2018. No cultivo 3 o 28 DAT foi incorporado em 12/02/2018, o 14 DAT em 26/02/2018 e o 0 DAT em 14/03/2018. A colheita dos capítulos florais compreendeu o período entre 04/05/2018 e 29/06/2018. No cultivo 4 o 28 DAT foi incorporado em 30/05/2018, o 14 DAT em 14/06/2018 e o 0 DAT em 27/06/2018. A colheita iniciou-se em 10/09/2018 e foi finalizada em 10/10/2018.

Em todos os cultivos, a colheita de capítulos florais foi realizada dois dias após antese, no período da manhã, antes da irrigação. Após cada colheita realizou-se a contagem do número total de capítulos florais e pesagem das flores frescas em balança de 0,01g de precisão. Posteriormente as flores foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 40°C até obter valor de massa seca constante

aferida em balança semi-analítica. Após o final da colheita em cada um dos cultivos, efetuou-se o cálculo de produção total de capítulos florais.

### **1.2.6 Quantificação de compostos fenólicos totais**

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1999), com adaptações. Foram pesados e triturados 0,25 g de capítulos florais de calêndula, que foram transferidos para tubos falcon, aos quais adicionou-se 10 mL de metanol a 80%. A mistura foi levada ao banho ultrassônico por 1 hora e posteriormente a centrifuga por 30 minutos. Retirou-se o sobrenadante. 0,5mL do extrato foi transferido para tubo de ensaio, ao qual adicionou-se 9,5 mL de metanol a 80%. Acrescentou-se 2,5 mL da solução de Folin-Ciocalteu 10% e procedeu-se a agitação, com posterior repouso de 5 minutos. Após esse tempo foi acrescentado 2 mL de solução de carbonato de sódio a 2% e agitou-se novamente. Após esse procedimento as amostras ficaram em repouso no escuro por duas horas. Realizou-se a leitura utilizando o espectrofotômetro no comprimento de onda de 740 nm. A determinação da concentração dos compostos fenólicos totais foi obtida pela plotagem das absorbâncias das amostras na equação da curva de calibração confeccionada utilizando como padrão sintético o ácido gálico nas concentrações de 0,05 a 0,8 mg/mL. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de extrato (mgEAG.g<sup>-1</sup>).

### **1.2.7 Quantificação de flavonoides**

A determinação do teor de flavonoides foi realizada de acordo com metodologia adaptada da Farmacopeia Alemã, por utilizar de técnicas menos laboriosas e dispendiosas quanto ao uso de reagentes, em comparação à Farmacopeia Brasileira. O processo analítico consistiu no preparo do extrato metanólico obtido a partir de 0,25 g de capítulos florais secos e triturados, macerados em 10 mL de metanol a 80% durante uma hora, em banho ultrassônico e em seguida levados a centrifuga por 30 minutos. Posteriormente, uma alíquota de 1 mL foi transferida para tubo de ensaio ao qual foi adicionado 3 mL de metanol a 80%. Deste tubo retirou-se 2 mL da solução que foi transferida para outro tubo, no qual adicionou-se 2 mL de solução aquosa de

cloreto de alumínio a 5%. O volume final da mistura reacionária foi completado para 10 mL com água deionizada. As amostras permaneceram em repouso por 30 minutos e sem seguida foi realizada a leitura utilizando o espectrofotômetro no comprimento de 405 nm. A determinação da concentração dos flavonoides foi obtida pela plotagem das absorbâncias das amostras na equação da curva de calibração confeccionada utilizando como padrão sintético a quercetina nas concentrações de 0,05 a 0,6 mg/mL. Os resultados foram expressos em mg EQ.g<sup>-1</sup> de extrato.

### 1.2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para as características que apresentaram diferenças significativas procedeu-se o teste Tukey a 5%, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998). Foi calculado o Coeficiente de Correlação de Pearson entre as variáveis biométricas e dados climáticos.

## 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por intermédio da análise de variância verifica-se diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) para as características massa de capítulos florais fresca (MF), massa de capítulos florais seca (MS) e número de capítulos florais (NCF), tanto nas épocas de cultivo quanto no tempo de incorporação, bem como na interação entre os fatores (TABELA 4)

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância para massa de capítulos florais fresca (MF), massa de capítulos florais seca (MS) e número de capítulos florais (NCF) de calêndula cultivada sob manejo orgânico. FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| FV               | GL | Quadrados Médios        |                       |                        |
|------------------|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|
|                  |    | MF                      | MS                    | NCF                    |
| ÉPOCA (E)        | 3  | 64448,6358*             | 689,3685*             | 8378,9523*             |
| INCORPORAÇÃO (I) | 2  | 18233,9856*             | 194,5744*             | 729,0833 <sup>ns</sup> |
| Exl              | 6  | 19102,0290*             | 232,9811*             | 1829,8452*             |
| BLOCO            | 6  | 4227,2603 <sup>ns</sup> | 37,9308 <sup>ns</sup> | 240,8849 <sup>ns</sup> |
| TOTAL            | 83 |                         |                       |                        |
| C.V.% (E)        |    | 34,90                   | 29,58                 | 37,92                  |
| C.V.% (I)        |    | 48,45                   | 41,28                 | 41,85                  |

<sup>ns</sup>Não significativo. \*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. C.V = Coeficiente de variação

Nota-se influência do tempo de incorporação de torta de mamona, independente do fator época de plantio, sobre a massa fresca dos capítulos florais de calêndula. As incorporações no dia do transplântio e 14 dias antes do transplântio não diferiram entre si, apresentando médias superiores quando comparadas à incorporação 28 dias antes do transplântio.

**Tabela 5** - Massa fresca (g) de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Incorporação | Massa fresca |
|--------------|--------------|
| 28 DAT       | 15,50 b      |
| 14 DAT       | 26,88 a      |
| 0 DAT        | 26,17 a      |

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

Ainda sobre a massa fresca de capítulos, analisando isoladamente a época de cultivo (Tabela 6), constata-se que não houve diferença estatística entre as épocas 1, 3 e 4. A época de cultivo 2, caracterizada por elevada precipitação e alta temperatura, apresentou médias inferiores, diferindo estatisticamente das demais.

**Tabela 6** - Massa fresca (g) de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo. FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | Massa fresca |
|------------------|--------------|
| 1                | 25,04 a      |
| 2                | 3,35 b       |
| 3                | 36,00 a      |
| 4                | 27,00 a      |

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

Nos resultados de interação entre os fatores (Tabela 7), para esta característica, evidencia-se que a incorporação 14 e 28 dias antes do transplântio na época de cultivo 1 (baixa precipitação e temperatura amena) não diferiram estatisticamente entre si, com médias inferiores na incorporação no dia do transplântio. Na época de cultivo 2 (alta precipitação e temperatura elevada) não houve diferença significativa entre os tempos de incorporação, com médias inferiores quando comparada aos demais cultivos. Na época de cultivo 3 (alta precipitação e temperatura amena) os tratamentos com incorporação no dia do transplântio e 14 dias

antes do transplântio não apresentaram diferença estatística, sendo superiores ao tratamento de 28 dias antes do transplântio. Já na época de cultivo 4 (baixa precipitação e baixa temperatura) também não observa-se diferença estatística entre os tempos de incorporação.

**Tabela 7** – Massa fresca (g) de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | 28 DAT    | 14 DAT    | 0 DAT     |
|------------------|-----------|-----------|-----------|
| 1                | 22,99 aAB | 40,34 aA  | 11,78 bB  |
| 2                | 1,93 bA   | 2,78 bA   | 5,33 bA   |
| 3                | 14,02 aB  | 37,84 aA  | 56,16 aA  |
| 4                | 23,04 aA  | 26,55 abA | 31,41 abA |

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

A característica massa seca (g) de capítulos florais mostrou-se semelhante à massa fresca, na qual, verificou-se influência do tempo de incorporação de forma isolada sobre a massa seca de capítulos florais de calêndula (Tabela 8). A incorporação 14 dias antes do transplântio não diferiu estatisticamente da incorporação no dia do transplântio. A incorporação 28 dias antes do transplântio apresentou médias inferiores.

**Tabela 8** - Massa seca (g) de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Incorporação | Massa seca |
|--------------|------------|
| 28 DAT       | 1,73 b     |
| 14 DAT       | 2,97 a     |
| 0 DAT        | 2,73 a     |

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

Analisando-se isoladamente a época de cultivo (Tabela 9), quanto á massa seca, não verifica-se diferença estatística entre as épocas de cultivo, 1, 3 e 4 (todas caracterizadas por temperaturas amenas). A época de cultivo 2 (alta precipitação e alta temperatura) apresenta média inferior, sendo estatisticamente diferente das demais.

**Tabela 9** - Massa seca (g) de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona. FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | Massa seca |
|------------------|------------|
| 1                | 3,06 a     |
| 2                | 0,36 b     |
| 3                | 3,53 a     |
| 4                | 2,95 a     |

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

A interação entre os fatores (Tabela 10), para massa seca, também apresenta-se de forma semelhante à massa fresca, não havendo diferença estatística entre as incorporações 28 e 14 dias antes do transplântio na época de cultivo 1 (baixa precipitação e temperatura amena), com médias inferiores no dia do transplântio. Já para a época de cultivo 3 (alta precipitação e temperatura mediana) a incorporação 14 dias antes do transplântio e no dia do transplântio não diferiram estatisticamente entre si, com incorporação 28 dias antes do transplântio mostrando-se inferior aos demais. Não houve diferença estatística entre os tempos de incorporação nas épocas de cultivo 2 e 4, porém a época 2 (alta precipitação e precipitação) apresentou médias inferiores quando comparada às demais.

**Tabela 10** - Massa seca (g) de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | 28 DAT   | 14 DAT   | 0 DAT    |
|------------------|----------|----------|----------|
| 1                | 2,87 aAB | 4,97 aA  | 1,36 bcB |
| 2                | 0,22 bA  | 0,30 bA  | 0,56 cA  |
| 3                | 1,37 aB  | 3,63 aAB | 5,58 aA  |
| 4                | 2,45 aA  | 2,98 abA | 3,40 abA |

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

O maior número de capítulos florais em função da época de cultivo foi alcançado na época 1 (Tabela 11), caracterizada pela baixa precipitação e temperatura. Seguida das épocas 3 (alta precipitação e temperatura amena) e 4 (baixa precipitação e baixa temperatura) que não diferiram estatisticamente entre si. A época de cultivo 2 (alta temperatura e alta precipitação) apresentou inferioridade nas médias. Não foram encontradas diferenças significativas para o fator isolado tempo de incorporação.

**Tabela 11** - Número de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo. FCA/UNESP, Botucatu, 2018.

| Época de cultivo | Número de capítulos florais |
|------------------|-----------------------------|
| 1                | 12,80 a                     |
| 2                | 0,88 c                      |
| 3                | 5,85 b                      |
| 4                | 8,51 b                      |

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

Na interação entre os fatores (Tabela 12) percebe-se que a incorporação 14 e 28 dias antes do transplântio não diferem estatisticamente entre si na época de cultivo 1, com média inferior na incorporação no dia do transplântio, diferindo dos demais tempos de incorporação. Na época de cultivo 3, o tratamento com incorporação no dia do transplântio não diferiu estatisticamente do tratamento com incorporação 14 dias antes do transplântio, com média inferior na incorporação 28 dias antes do transplântio. As épocas de cultivo 2 e 4 não proporcionaram diferença estatística entre os tratamentos com tempo de incorporação de torta de mamona, sendo a época de altas precipitações e alta temperatura (época 2) menos vantajosa quanto à produção de capítulos florais de calêndula.

**Tabela 12** - Número de capítulos florais por planta de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | 28 DAT   | 14 DAT    | 0 DAT    |
|------------------|----------|-----------|----------|
| 1                | 13,71 aA | 18,82 aA  | 5,89 abB |
| 2                | 0,71 cA  | 0,78 cA   | 1,28 bA  |
| 3                | 2,46 bcB | 5,82 bcAB | 9,28 aA  |
| 4                | 7,39 abA | 8,42 bA   | 9,71 aA  |

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

Com o auxílio da massa seca dos capítulos florais e espaçamento utilizado foi possível calcular a produtividade de calêndula. Na época de cultivo 1 (baixa precipitação e temperatura amena) a produtividade foi de 459,54 kg ha<sup>-1</sup>, 795,94 kg ha<sup>-1</sup> e 217,82 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente para incorporação 28 DAT, 14 DAT e 0 DAT. Na época 2 (alta precipitação e alta temperatura) a produtividade foi de 35,25 kg ha<sup>-1</sup>, 48 kg ha<sup>-1</sup> e 90,85 kg ha<sup>-1</sup> para incorporação 28 DAT, 14 DAT e 0 DAT, respectivamente. A produtividade na época 3 (alta precipitação e temperatura amena) foi de 220 kg ha<sup>-1</sup>, 581,71 kg ha<sup>-1</sup> e 892,74 kg ha<sup>-1</sup> para incorporação 28 DAT, 14 DAT

e 0 DAT nesta ordem. A produtividade na época 4 (baixa precipitação e baixa temperatura) foi de 392, 11 kg ha<sup>-1</sup> para incorporação 28 DAT, de 478 kg ha<sup>-1</sup> para 14 DAT e 545,37 kg ha<sup>-1</sup> para incorporação 0 DAT.

Segundo Montanari Júnior (2000) a produtividade esperada para cultura é de 720 kg ha<sup>-1</sup>. Em pose dos nossos resultados, observa-se que as maiores produtividade de calêndula foram alcançadas com incorporação no dia do transplântio na época de cultivo 3 (892,74 kg ha<sup>-1</sup>) e incorporação 14 DAT na época de cultivo 1 (795,94 kg ha<sup>-1</sup>). Um aspecto em comum entre às duas épocas de cultivo, em destaque, é a temperatura amena. Já em relação ao tempo de incorporação percebe-se que altas precipitações favoreceram a incorporação tardia da torta de mamona (0 DAT).

De acordo com a Correlação de Pearson é possível constatar que a massa fresca, massa seca e número de capítulos florais apresentaram forte correlação negativa com a temperatura e precipitação (Tabela 13), o que pode explicar a baixa produção de capítulos florais de calêndula na época de cultivo 2, já que nesta época houve alto índice pluviométrico e temperaturas elevadas.

**Tabela 13** - Correlação de Pearson entre número de capítulos florais, massa seca de capítulos florais (g) e massa fresca de capítulos florais (g) de calêndula cultivada sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT) e fatores climáticos (precipitação e temperatura) FCA/UNESP, Botucatu, 2018

|                   | Número de Capítulos | Massa seca      | Massa fresca    |
|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Precipitação (mm) | -0,42209            | <b>-0,61063</b> | <b>-0,63011</b> |
| Temperatura °C    | <b>-0,70457</b>     | <b>-0,76421</b> | <b>-0,76337</b> |

Em condições de maior disponibilidade hídrica e temperaturas elevadas (época 2) há diminuição da produtividade de inflorescências de calêndula. Pois em condições de excesso de água os solos apresentam baixa oxigenação, o que resulta em respiração fermentativa pela planta, fazendo com que seja produzida pouca energia, e haja elevação na respiração. O que desencadeia desenvolvimento vegetal reduzido, e os processos de síntese são lentos, formando quantidades mínimas de proteínas e carboidratos mais complexos (EPSTEIN; JEFFERIES, 1964). Esse contexto contribui ainda para a perda de nutrientes, já que estações chuvosas desencadeiam em solo lixiviado, empobrecido, especialmente em nitrogênio, potássio, cálcio e boro (PRIMAVESI, 1981). A deficiência de nitrogênio inibe o crescimento vegetal, pois é constituinte de ácidos nucleicos e aminoácidos e seu balanço afeta a fotossíntese

(TAIZ e ZEIGER, 2013), fato que foi observado na época de cultivo 2. Por ser um nutriente extremamente dinâmico, é muito afetado por condições de clima e de solo, e como sua maior concentração no solo está na forma de nitratos, em períodos de chuvas intensas o nitrogênio é bastante lixiviado em função da sua baixa afinidade com as cargas negativas do solo (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). Fato que ocorre especialmente em solos arenosos, que é o tipo de solo da área experimental, o que pode ter favorecido incisivamente o processo de perda de nitrogênio e outros nutrientes.

A relação C/N, temperatura, umidade do solo, aeração e textura do solo são condições que influenciam na taxa de decomposição de materiais e orgânicos e mineralização de N (KUMAR et al., 2010). Dessa forma, a relação C/N do material adicionado ao solo exerce grande influência sobre a disponibilidade de N no solo. Em relações inferiores a 20:1 ocorre predomínio da mineralização do N que fica prontamente disponível (SAMPAIO e SALCEDO 1993). A torta de mamona apresenta relação C/N aproximada de 10:1 fato que proporciona rápida liberação de nitrogênio, que aliado a condições de elevada disponibilidade hídrica e temperaturas mais altas pode ter sido perdido por lixiviação na época de cultivo 2, ocasionado menor produtividade. Já condições de adequado suprimento hídrico e temperaturas amenas, como nas épocas de cultivo 1, 3 e 4, proporcionaram índices adequados de produtividade, com a mineralização ocorrendo em velocidade adequado para aproveitamento pela cultura.

Em relação aos metabólitos especializados, com auxílio da análise de variância observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao teor de compostos fenólicos totais, sendo encontrados valores entre 229,3 e 324,0 mg de ácido gálico/g de amostra. Já o conteúdo de flavonoides foi influenciado pela época de cultivo e interação deste fator com o tempo de incorporação da torta de mamona (TABELA 14).

**Tabela 14** - Resumo da análise de variância para compostos fenólicos totais e flavonoides em calêndula cultivada sob manejo orgânico. FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| FV              | GL | Quadrados Médios       |                        |
|-----------------|----|------------------------|------------------------|
|                 |    | COMPOSTOS FENÓLICOS    | FLAVONOIDES            |
| ÉPOCA (E)       | 3  | 4,400414 <sup>ns</sup> | 25,577321*             |
| INCORPORAÇÃO(I) | 2  | 2,105881 <sup>ns</sup> | 5,081913 <sup>ns</sup> |
| Exl             | 6  | 7,727232 <sup>ns</sup> | 2,990167*              |
| BLOCO           | 6  | 5,147649 <sup>ns</sup> | 4,241549 <sup>ns</sup> |
| TOTAL           | 76 |                        |                        |
| C.V.% (E)       |    | 14,46                  | 14,75                  |
| C.V.% (I)       |    | 14,62                  | 14,89                  |

<sup>ns</sup> Não significativo. \*Significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. C.V = Coeficiente de variação.

O teor de flavonoides foi variável em função da época de cultivo, conforme descrito na tabela 15. As épocas de cultivo 1 e 2 (correspondente às estações: primavera e verão, respectivamente) não diferem estatisticamente entre si, e apresentam médias superiores, sendo estatisticamente diferentes das épocas 3 e 4 (outono e inverno), que não diferem entre si.

**Tabela 15** - Teor de flavonoides em calêndula expressos em mg de quercetina/g de matéria seca sob manejo orgânico em função da época de cultivo FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | Flavonoides |
|------------------|-------------|
| 1                | 226,09 a    |
| 2                | 235,06 a    |
| 3                | 198,42 b    |
| 4                | 182,95 b    |

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

Foi verificada interação entre os fatores no teor de flavonoides (Tabela 16). Menores médias no teor de flavonoides foram verificadas com a incorporação 28 dias antes do transplântio na época de cultivo 4. A incorporação aos 14 dias antes do transplântio e no dia do transplântio não sofreram influência da época de cultivo, portanto não diferiram estatisticamente entre si.

**Tabela 16** - Teor de flavonoides em calêndula expressos em mg de quercetina/g de matéria seca sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

| Época de cultivo | 28 DAT     | 14 DAT    | 0 DAT     |
|------------------|------------|-----------|-----------|
| 1                | 230,92 abA | 224,28 aA | 222,27 aA |
| 2                | 306,96 aA  | 261,10 aA | 256,21 aA |
| 3                | 244,35 abA | 220,96 aA | 179,74 aA |
| 4                | 172,81 bA  | 196,99 aA | 179,62 aA |

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

A época de cultivo é um fator determinante na síntese de metabólitos especializados. Tanto a quantidade quanto a composição dos ativos são variáveis ao longo do ano. Os compostos fenólicos estão entre as classes de metabólitos que apresentam variação sazonal (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Diversos são os fatores ambientais que exercem influência sobre a biossíntese de flavonoides nas plantas (JAAKOLA et al., 2004), a luz é um dos fatores mais importantes sobre a concentração fitoquímica nas plantas (WHITELAM e HALLIDAY, 2007; KOPSELL e KOPSELL, 2008) e usualmente, está relacionada à variação quantitativa destes metabólitos (KOES, QUATTROCCHIO e MOL, 1994).

Em função da inclinação da terra em relação ao sol há variação na radiação que chega à superfície terrestre. No hemisfério sul a radiação é menor entres os meses de junho e setembro, que coincidem com a época de cultivo 4. Nessa época o sol incide num ângulo mais agudo, e a radiação se dissipa, fazendo com que cada metro quadrado da terra receba menos radiação. Já entre os meses de dezembro e março os raios solares chegam quase que perpendicularmente na superfície, fazendo com que haja maior incidência de raios UV. De acordo com Lattanzio et al., 2006 e Wink, 2010, os flavonoides protegem as plantas de processos fotooxidativos deletérios ou ações ligadas ao estresse, aumentando sua quantidade, como foi observado neste trabalho na época de cultivo 2, que coincide com a época de maior incidência solar.

A radiação UV é importante reguladora da expressão gênica e desenvolvimento de plantas, estimulando a transcrição de genes que induzem a expressão de importantes enzimas envolvidas na síntese de substâncias fenólicas, como a chalcona sintase e fenilalanina amônia liase (PAL) (JENKINS, 1997; SCHÄFER et al., 1997, EICHHOLZ et al., 2009). Compostos fenólicos, como os flavonoides são compostos

com alta absorção de UV, que acumulam-se especialmente em células da epiderme dos tecidos vegetais (JAAKOLA et al., 2004). Atuando como compostos de defesa, funcionam como filtros para os tecidos internos dos vegetais, contra os efeitos da degradação por radiação, uma vez que estes compostos apresentam ação antioxidante, protegendo-os contra espécies reativas de oxigênio, por exemplo (NASCIMENTO et al., 2015). O que faz com que suas quantidades sejam aumentadas em época com maior incidência luminosa.

Já o efeito da disponibilidade hídrica sobre a síntese de compostos fenólicos ainda não está totalmente elucidado, de forma geral, o estresse hídrico pode favorecer aumento da biossíntese de compostos fenólicos (MATERN; GRIMMIG, 1994). Fato constatado na época de cultivo 2, em que houve maior precipitação. O estresse hídrico pelo excesso de chuva pode ter causado ainda perda do nitrogênio por lixiviação na incorporação 28 DAT, fazendo com que houvesse menos nitrogênio disponível pela maior exposição a essa condição. Em áreas pobres em nutrientes, há maior produção de metabólitos secundários, especialmente os compostos fenólicos, aliada à menor taxa de crescimento vegetal.

O estresse nutricional por deficiência de nitrogênio habitualmente resulta em maiores concentrações de substâncias fenólicas (GOBBO-NETO e LOPES, 2007). Condições de fornecimento abundante de fertilizantes com alto teor de nitrogênio pode induzir diminuição nos teores de compostos fenólicos, já que a síntese proteica indispensável ao crescimento concorre com compostos secundários de carbono, segundo o equilíbrio carbono / nutriente (HAUKIOJA et al., 1998). A produção de determinadas substâncias está relacionada a uma condição de estresse e desta forma a adubação pode desfavorecer a produção de princípios ativos (FREIRE, 2004).

#### **1.4 CONCLUSÃO**

Para o bom desenvolvimento da cultura da calêndula recomenda-se a incorporação de torta de mamona 14 dias antes do transplântio na época de cultivo 1 (baixa precipitação e temperatura amena), pois aliam boa produtividade de droga vegetal a teores adequados de compostos fenólicos totais e flavonoides. Podendo ainda ser cultivada na época 3 (alta precipitação e temperatura amena) com incorporação no dia do transplântio e na época 4, optando por qualquer um dos

manejos. Não é recomendado o cultivo na época 2, pela baixa produtividade de capítulos florais em função da alta precipitação e temperatura elevada.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. E. et al. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. **Campinas: Instituto Agrônomo**, v. 200, p. 452, 2014.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes. Piracicaba: IPNI - Brasil, 2010. v. 2, p. 1-65.

CARVALHO, L. M. **Orientações Técnicas para o Cultivo de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares**. Circular técnica. EMBRAPA, Aracaju, Sergipe, 2015.

COSTA, F. X. et al. Composição química da torta de mamona. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** 'Campina Grande: Embrapa Algodão.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2018.

EICHHOLZ, I. et al. UV-B-mediated flavonoid synthesis in white asparagus (*Asparagus officinalis* L.). **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 196-201, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.

EPSTEIN, E.; JEFFERIES, R. L. A base genética do transporte seletivo de íons nas plantas. **Revisão Anual da Fisiologia Vegetal**. v. 15, n. 1, p. 169-184, 1964.

FERREIRA, D. F. Sisvar – sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19p.

FREIRE, M. F. I. Plantas medicinais: a importância do saber cultivar. **Revista Científica Eletrônica Agronomia**, ano III, n. 5, p. 1-9, 2004.

GOBBO-NETO, L. E LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, vol. 30, n.2, 374-381, 2007.

HAUKIOJA, E. et al. Biosynthetic origin of carbon-based secondary compounds: cause of variable responses of woody plants to fertilization?. **Chemoecology**, v. 8, n. 3, p. 133-139, 1998.

JAAKOLA, L. et al. Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves. **Planta**, v. 218, n. 5, p. 721-728, 2004.

JENKINS, G. I. UV and blue light signal transduction in *Arabidopsis*. **Plant, cell & environment**, v. 20, n. 6, p. 773-778, 1997.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, São Paulo, 1985. 492p.

KOES, R. E.; QUATTROCCHIO, F.; MOL, J. N. M. The flavonoid biosynthetic pathway in plants: function and evolution. **BioEssays**, v. 16, n. 2, p. 123-132, 1994.

KOPSELL, D. A; KOPSELL, D. E. Fatores genéticos e ambientais que afetam a luteína / zeaxantina. **Agro Food Industry Hi Tech**, v. 19, p. 44-46, 2008.

KUMAR, M; OU, Y. L.; LIN, J. G. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. **Waste Management**, v. 30, n. 4, p. 602-609, 2010.

LATTANZIO, V. et al. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. **Phytochemistry: Advances in research**, v. 661, n. 2, p. 23-67, 2006.

MARTINS, E. R. et al. **Plantas Medicinais**. Viçosa, UFV. 2004. 220 p.

MATERN, U.; GRIMMIG, B. Natural phenols as stress metabolites. In: **International Symposium on Natural Phenols in Plant Resistance 381**. 1993. p. 448-462.

MONTANARI JUNIOR, I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. **Revista Agroecológica**, v.1, n.2, p.24-5, 2000.

NASCIMENTO, L. B. S. et al. Ultraviolet-B radiation effects on phenolic profile and flavonoid content of *Kalanchoe pinnata*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 148, p. 73-81, 2015.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. 3. ed. São Paulo: Nobel. 1981. 541p.

RAMOS, A. et al. Genotoxicity of an extract of *Calendula officinalis* L. **Journal of ethnopharmacology**, v. 61, n. 1, p. 49-55, 1998.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Mineralização e absorção por milho do nitrogênio do solo, da palha de milho-(15N) e da uréia-(15N). **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 17, n. 3, p. 423-429, 1993.

SAVY FILHO, A. et al. **Variedades de mamona do Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 12 p. (Boletim técnico, 183).

SCHÄFER, E.; KUNKEL, T.; FROHNMEYER, H. Signal transduction in the photocontrol of chalcone synthase gene expression. **Plant, Cell & Environment**, v. 20, n. 6, p. 722-727, 1997.

SEVERINO, L. S. et al. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

SEVERINO, L. S. et al. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006.

SINGLETON, V. L. et al. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: **Methods in enzymology**. Academic press. p. 152-178, 1999.

TRANI, P. E. et al. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. **Campinas: IAC**, 2013.

TRANI, P. E. et al. 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 Agrônomo & Fundação IAC, p. 175, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

WHITELAM, G. C. et al. **Light and plant development**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 330p.

WINK, M. Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites. **Annual plant Reviews**, 2 ed. v. 39, 2010.

**CAPÍTULO 2**  
**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E NITROGÊNIO FOLIAR DE CALÊNDULA EM**  
**FUNÇÃO DO MANEJO DA ADUBAÇÃO COM TORTA DE MAMONA**  
**RESUMO**

A adubação orgânica propicia melhorias químicas, físicas e biológicas ao solo, e a torta de mamona como adubo orgânico tem potencial para mineralizar de forma rápida os nutrientes presentes em sua composição e deixá-los mais prontamente disponíveis às plantas. A calêndula é uma espécie usada na medicina popular e vem sendo estudada para fins fitoterápicos como uma alternativa de tratamento de enfermidades. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e o teor de nitrogênio foliar de plantas de calêndula submetidas ao tratamento com adubação com torta de mamona. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Campus de Botucatu. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos referentes ao tempo de incorporação de torta de mamona: 28 e 14 dias antes do transplante e no dia do transplante. Foram realizadas 6 avaliações de crescimento, de forma destrutiva, em 4 plantas de cada tratamento, em intervalos de 14 dias. Foram calculados os seguintes índices fisiológicos da análise de crescimento: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF). Foi determinado ainda o número de capítulos florais e o teor de nitrogênio foliar. Ao final os dados obtidos foram ajustados a modelos de regressão. Verificou-se então, que a incorporação 14 dias antes do transplante resultou em maiores valores para índices fisiológicos. O maior número de capítulos florais foi alcançado com incorporação 28 dias antes do transplante. Os tratamentos com incorporação 28 DAT e 14 DAT proporcionaram maior disponibilidade de nitrogênio logo no início do ciclo da cultura. Já a incorporação no dia do transplante ajustou-se à equação quadrática, com valor máximo de N foliar aos 60 dias após transplante, indicando retardo na mineralização da torta de mamona e conseqüentemente na disponibilização do nitrogênio.

**Palavras-chave:** *Calendula officinalis*. Composto orgânico. Índices fisiológicos.

## ABSTRACT

Organic fertilization provides chemical, physical and biological improvements to the soil, and castor bean cake as an organic fertilizer has the potential to rapidly mineralize the nutrients present in its composition and make them more readily available to plants. Marigold is a species used in folk medicine and comes has been studied for herbal remedies as an alternative treatment of diseases. Thus, the objective of this work was to evaluate the growth and leaf nitrogen percentage of calendula plants submitted to treatment with castor bean cake fertilization. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Horticulture of the Faculty of Agronomic Sciences of Unesp, Botucatu Campus. The experimental design was completely randomized with three treatments regarding the incorporation time of castor bean cake: 28 and 14 days before transplanting and on the day of transplanting. Six destructive growth assessments were performed on four plants of each treatment, at 14 day intervals. The following growth indexes were calculated: absolute growth rate (TCA), relative growth rate (TCR), net assimilation rate (TAL), leaf area ratio (RAF), specific leaf area (AFE) and ratio of leaf weight (RPF). It was also determined the number of floral chapters and the content of leaf nitrogen. At the end, the obtained data were adjusted to regression models. It was then found that incorporation 14 days before transplanting resulted in higher values for physiological indices. The largest number of floral chapters was reached with incorporation 28 days before transplanting. Treatments with incorporation 28 days before transplanting and 14 days before transplanting provided higher nitrogen availability at the beginning of the culture cycle. The incorporation on the day of transplanting was adjusted to the quadratic equation, with a maximum value of leaf N at 60 days after the transplanting, indicating delay in the mineralization of the castor bean cake and consequently the availability of nitrogen.

**Keywords:** *Calendula officinalis*. Organic compost. Physiological indices.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A *Calendula officinalis* L. é uma planta nativa da região Mediterrânea e pertence à família Asteraceae, amplamente cultivada para fins medicinais e cosméticos por possuir atividade farmacológica e biológica (ARORA et al., 2013). Ações cicatrizantes, anti-inflamatórias e antissépticas são algumas das atividades terapêuticas atribuídas a essa espécie. É citado ainda seu uso ornamental, alimentício e industrial (POMMIER et al., 2004).

A adubação equilibrada é essencial para alcançar a produção de plantas mais saudáveis e menos susceptíveis ao ataque de pragas e acometimento de doenças, propiciando ainda incremento nos teores de fitofármacos, sem comprometer a produção de matéria fresca (MARTINS et al., 2004). O fornecimento de nitrogênio é importante para impulsionar o desenvolvimento da calêndula, e sua deficiência reflete em redução no crescimento e tamanho das folhas, ocasionando, conseqüentemente diminuição dos valores de massa fresca e seca (MATTOS, 1996).

A torta de mamona é um resíduo da agroindústria que tem-se mostrado uma potencial fonte orgânica de fertilizante. Apresenta baixa relação C/N, fazendo com que seja rapidamente mineralizada quando incorporada ao solo. Além de favorecer a CTC do solo a longo prazo e apresentar alto teor de nitrogênio e de outros macronutrientes (SILVA et al., 2012; SEDIYAMA et al., 2014).

Magalhães (1986) define a análise de crescimento como a descrição de condições morfofisiológicas da planta em intervalos de tempo, que possibilitam acompanhar a dinâmica da produtividade, que é avaliada através de índices bioquímicos e fisiológicos. A análise de crescimento propicia o conhecimento a respeito de fenômenos ecológicos do crescimento, tais quais as adaptabilidades das espécies a distintos ecossistemas, impactos da competição, divergências genotípicas, da eficiência produtiva e da ação dos manejos agrônômicos sobre o crescimento.

O uso da análise quantitativa de plantas faz-se necessário quando se busca explicar diferenças no crescimento, sejam elas de ordem genética ou resultantes de alterações ambientais (PEIXOTO e PEIXOTO, 2009), e permite estimar os efeitos dos tratamentos aplicados, já que esse tipo de análise, baseia-se na medição sequencial do acúmulo de matéria orgânica, tanto em uma ou várias fases do crescimento, tanto como ao longo de todo o ciclo da cultura em questão (LUCCHESI, 1984).

Castro et al. (1984) e Magalhães (1985), aconselham para plantas de ciclo curto o intervalo de 14 dias durante a estação de crescimento. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e nitrogênio foliar de plantas de calêndula submetidas a tempos distintos da incorporação de torta de mamona.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Local do estudo e clima

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Horticultura, situado na Fazenda Experimental Lageado, que pertence à Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Campus de Botucatu. Segundo Köppen-Geiger (1948), o clima de Botucatu é classificado como Cwb, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média anual de 19,4° C e precipitação pluviométrica média anual de 1314 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

O experimento foi conduzido em condição de casa de vegetação, com tela de sombreamento de 50%. Tendo início em 09/04/2018 e estendendo-se até 07/08/2018. Esse período caracterizou-se por temperatura média de 20,2°C e precipitação acumulada de 232,5 mm.

**Tabela 1-** Atributos químicos do solo utilizado no experimento

| pH  | M.O. | P <sub>resina</sub> | Al <sup>3+</sup> | H+Al | Na | K   | Ca | Mg | SB | CTC | V% | S  | B    | Cu  | Fe | Mn  | Zn  |
|-----|------|---------------------|------------------|------|----|-----|----|----|----|-----|----|----|------|-----|----|-----|-----|
| 4,4 | 21   | 5                   | 3                | 36   | -  | 1,4 | 10 | 3  | 14 | 51  | 29 | 10 | 0,21 | 2,3 | 74 | 6,3 | 0,8 |

Fonte: Departamento de solos e recursos ambientais da FCA/Unesp

Através da interpretação dos resultados da análise de solo, ficou evidente a necessidade de correção do solo, realizou-se então, a calagem do solo, para elevar a saturação por bases a 70%.

### 2.2.2 Produção de mudas

Para a produção das mudas foram utilizadas sementes adquiridas comercialmente da marca Isla®, cultivar dobrada sortida/bonina, lote: 109490, porcentagem de germinação de 82%, pureza de 97,5% e livre de defensivos. As mesmas foram semeadas em 02/02/2018 em bandejas de polipropileno de 128

células, preenchidas com o substrato comercial Carolina Soil®. Foram distribuídas duas sementes por célula. Quinze dias após a semeadura foi realizado o desbaste, ficando uma plântula por célula.

### 2.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos, caracterizados pelo tempo de incorporação de torta de mamona. O tratamento 1 trata-se da incorporação de torta de mamona 28 dias antes do transplante, o tratamento 2 incorporação de torta de mamona 14 dias antes do transplante, e o tratamento 3 incorporação no dia do transplante. E 6 intervalos de colheita (14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias após transplante), totalizando 72 parcelas experimentais. Cada unidade experimental era constituída por um vaso de 5L com uma planta. O tratamento 1 foi incorporado em 09/04/2018, o tratamento 2 em 23/04/2018 e o tratamento 3 em 04/05/2018.

Foram incorporados 25 gramas de torta de mamona por vaso, o equivalente a  $1 \text{ kg m}^{-2}$ , segundo recomendação para algumas espécies condimentares e medicinais (AGUIAR et al., 2014).

**Tabela 2** - Análise química da torta de mamona

| N                               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca   | Mg   | S    | Umidade     | M.O.-Total | C.-Total |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------|-------------|------------|----------|
| -----** % (ao natural) -----    |                               |                  |      |      |      |             |            |          |
| 4,75                            | 1,16                          | 0,84             | 0,91 | 0,46 | 0,42 | 7           | 85         | 47       |
| Na                              | B                             | Cu               | Fe   | Mn   | Zn   | C/N (total) | pH         |          |
| -----** mg/Kg (ao natural)----- |                               |                  |      |      |      |             | ao natural |          |
| 486                             | ---                           | 21               | 2523 | 122  | 90   | 10/1        | 6,4        |          |

Fonte: Departamento de solos e recursos ambientais da FCA/Unesp

### 2.2.4 Análise de crescimento

Ao longo do estudo foi determinado o número de capítulos florais e de folhas, diâmetro de caule (mm), comprimento de parte aérea e comprimento de raiz (cm), peso fresco de parte aérea e de raiz (g), volume de raiz (mL), peso seco de parte aérea e de raiz (g), área foliar e N foliar. Para a determinação da área foliar foi utilizado

método gravimétrico, relacionando a massa de um quadrado de papel com área de 100 cm<sup>2</sup> com a massa do desenho do contorno da folha no mesmo tipo de papel. Para determinação de matéria seca total, utilizou-se a secagem em estufa a 60°C com circulação forçada de ar, até atingir massa constante. Os dados obtidos ao longo do período experimental foram submetidos à análise de regressão utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 1998). Com base nos modelos de regressão ajustados, foram calculados os índices fisiológicos de crescimento segundo Benincasa (2003) e Peixoto e Peixoto, (2009).

Taxa de crescimento absoluto (TCA):

$$TCA = \frac{P2-P1}{T2-T1}$$

Em que, P1 e P2 é a variação da matéria seca em duas amostras consecutivas tomadas nos tempos T1 e T2

Taxa de crescimento relativo (TCR):

$$TCR = \frac{\ln P2 - \ln P1}{T2-T1}$$

Este parâmetro é calculado através da razão entre o logaritmo natural da massa seca total de duas amostragens sucessivas (P2 e P1) e o intervalo de tempo (T2 e T1) entre essas duas amostragens.

Taxa assimilatória líquida (TAL):

$$TAL = \frac{P2 - P1}{T2-T1} \times \frac{\ln A2 - \ln A1}{A2-A1}$$

Resultado da razão entre a massa seca total de duas amostragens sucessivas (P2 e P1) e o intervalo de tempo (T2 e T1) entre essas duas amostragens, correlacionados com a razão entre o logaritmo natural da área foliar duas amostragens sucessivas (A2 e A1) e os dados brutos da área foliar duas amostragens sucessivas (A2 e A1) entre essas duas amostragens.

Razão de área foliar (RAF):

$$RAF = \frac{AF}{MST}$$

Em que AF corresponde a área foliar e MST massa seca total da planta.

Área foliar específica (AFE):

$$AFE = \frac{AF}{MSF}$$

Em que AF corresponde a área foliar e MSF massa seca das folhas.

Razão de peso foliar (RPF):

$$RPF = \frac{MSF}{MST}$$

É a razão entre massa seca das folhas (MSF) e massa seca total da planta (MST).

### 2.2.5 Determinação de nitrogênio foliar

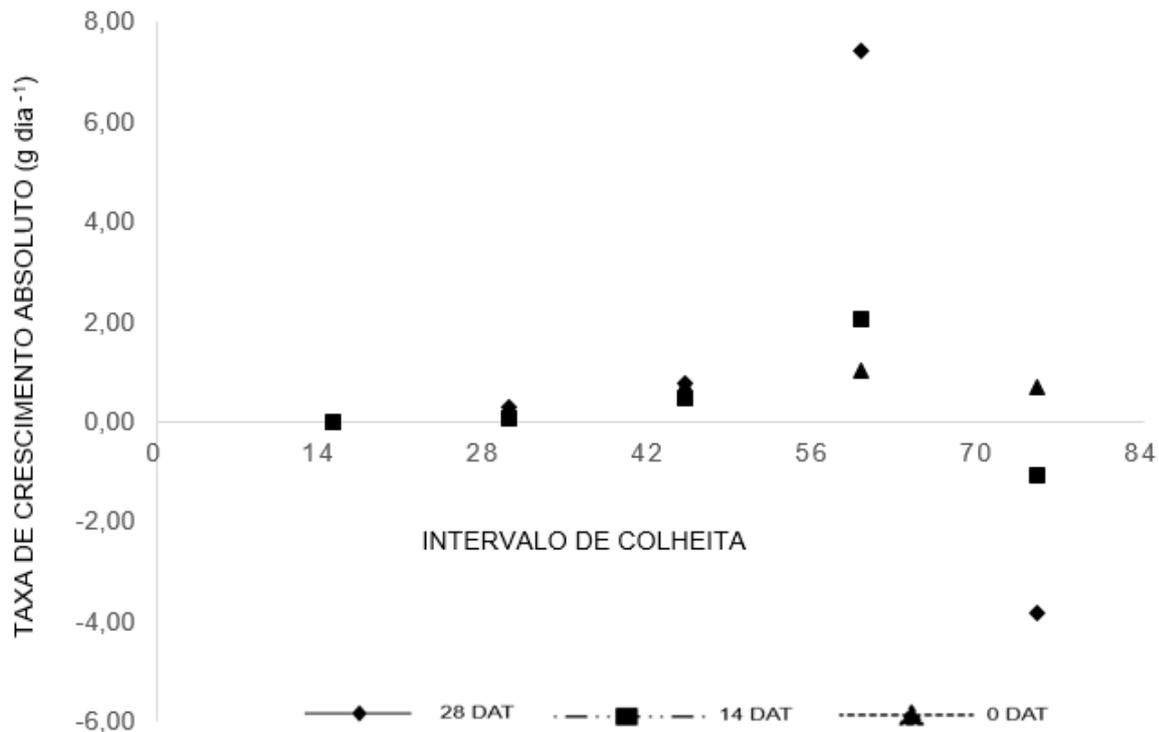
Para a análise de nitrogênio foliar foi utilizada a metodologia de solubilização sulfúrica seguida do método semi-micro Kjeldah. As amostras de folhas de calêndula foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, e posteriormente moídas em moinho de faca tipo Willey. Para a digestão foram pesados 100 miligramas de amostra, que foi transferida para tubo de digestão ao qual foram adicionados 7 mL da mistura digestora. As amostras foram levadas para o bloco digestor, iniciada com a temperatura ambiente que foi elevada em 40°C a cada 30 minutos até alcançar 350°C, que permaneceu até a completa digestão das amostras que caracteriza-se por líquido levemente esverdeado. Para a destilação acoplou-se ao destilador erlenmeyer contendo 20 mL de solução de ácido bórico 4% com 4 gotas de solução de indicador misto. Os tubos de digestão foram adaptados ao destilador e adicionou-se solução de hidróxido de sódio 50% até obtenção de solução de cor negra (aproximadamente 20 mL) e procedeu-se à destilação. Recolheu-se o volume necessário para a completa destilação da amônia. A amostra foi titulada com solução padrão de ácido sulfúrico 0,05mol/L até a viragem do indicador. Os cálculos foram feitos conforme Carmo et al. (2000).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de taxa de crescimento absoluto (TCA) não apresentaram ajustes às equações linear e quadrática, em nenhum dos tratamentos (tempo de incorporação da torta de mamona) em função das épocas de avaliação (Figura 1). A TCA é um índice que mensura a variação da massa seca em determinado intervalo de tempo, sendo capaz de estimar a velocidade de crescimento da planta ao longo do período

de observação (BENINCASA, 2003). Nas condições experimentais, esta característica não se mostrou eficiente para distinção dos tratamentos.

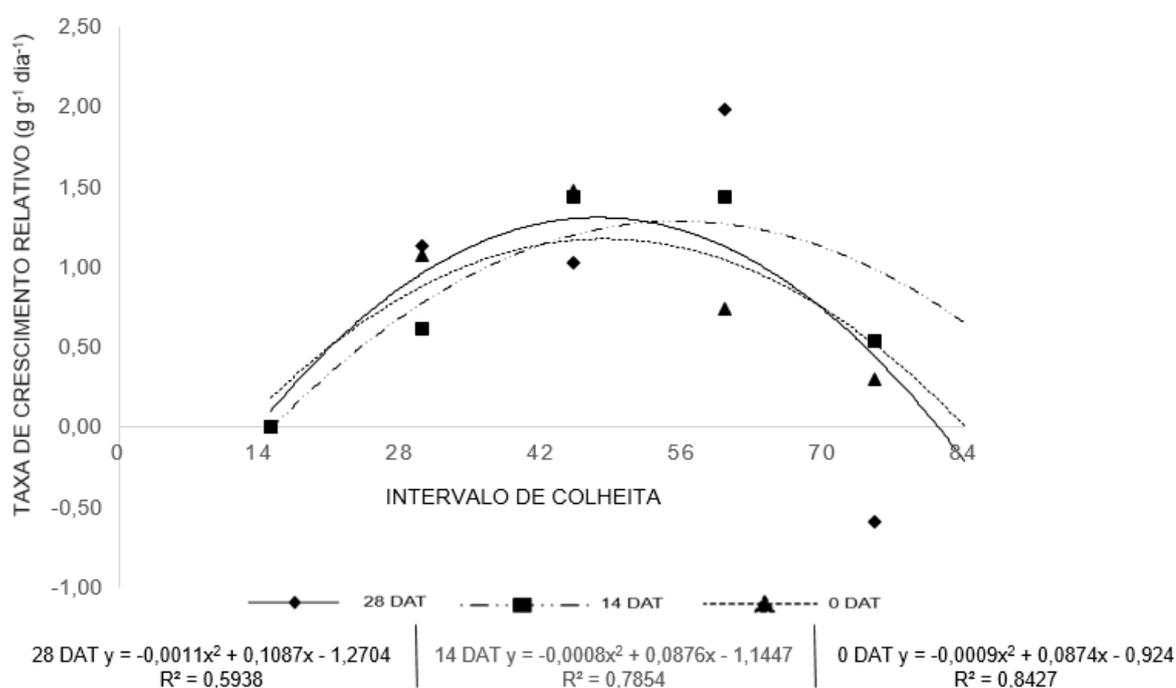
**Figura 1 – Taxa de crescimento absoluto de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**



A taxa de crescimento relativo (TCR) ajustou-se ao modelo quadrático para todos os tratamentos, com máximo valor de TCR aos 49, 55 e 58 dias respectivamente para incorporação de torta de mamona aos 28 e 14 dias antes do transplântio e no dia do transplântio (Figura 2). A taxa de crescimento relativo é definida por Aguiar Netto et al. (2000) como um índice de eficiência, já que representa a capacidade da planta em produzir material novo, sendo a variação ou o incremento entre duas amostragens sucessivas. Este parâmetro pode ser usado na observação da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009). O decréscimo da TCR ao longo do ciclo, como observado nos dados, é esperado, pois com o acréscimo da biomassa seca acumulada, há aumento da necessidade de fotoassimilados para a manutenção de estruturas já formadas, fazendo com que haja menor quantidade disponível para o crescimento (FERRARI et al. 2008). O declínio da TCR no fim do ciclo aponta para o início da senescência, fase em que a assimilação

líquida passa a ser negativa, resultando em menor incremento da área foliar, além de aumento da atividade respiratória. O aumento de tecidos não assimilatórios como as estruturas reprodutivas também favorecem a diminuição da TCR (URCHEI et al., 2000).

**Figura 2 – Taxa de crescimento relativo de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**

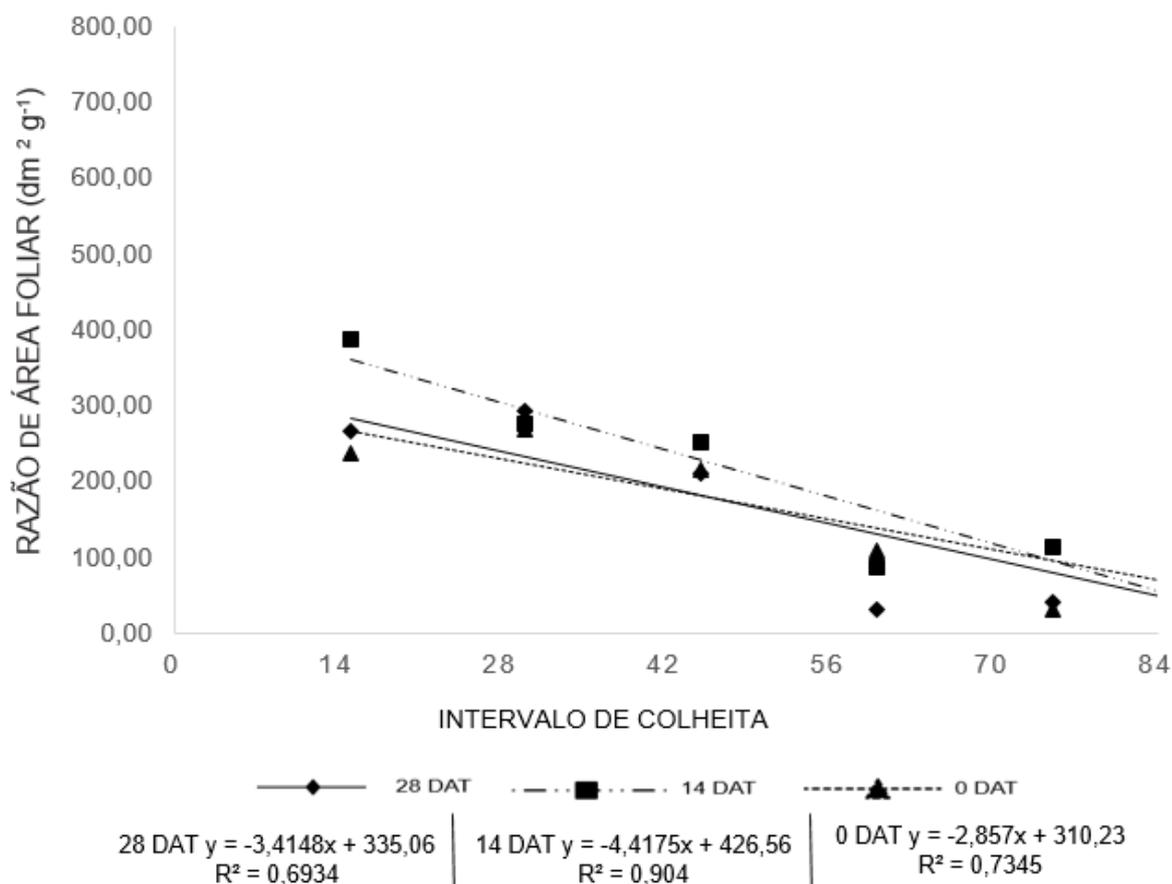


A razão de área foliar (RAF) apresentou ajuste linear decrescente para todos os tratamentos de incorporação de torta de mamona (Figura 3). A incorporação 14 dias antes do transplântio apresentou os maiores valores de RAF já na primeira avaliação (colheita aos 14 dias). Já os maiores valores de RAF para os tratamentos com incorporação 28 dias antes do transplântio e no dia do transplântio foram alcançados na segunda avaliação, 28 dias.

A razão de área foliar trata-se da área foliar útil para a fotossíntese, sendo o quociente entre a área foliar responsável pela interceptação de energia luminosa e gás carbônico e a matéria seca total resultante da fotossíntese, sendo capaz de indicar a área foliar utilizada para produzir um grama de matéria seca (BENINCASA, 2003). A RAF foi maior no período inicial da avaliação, em todos os tratamentos (tempo de incorporação), fase em que há maior conversão dos produtos da fotossíntese para a expansão foliar e maior captação de luz. Os valores decrescem ao longo do ciclo, em

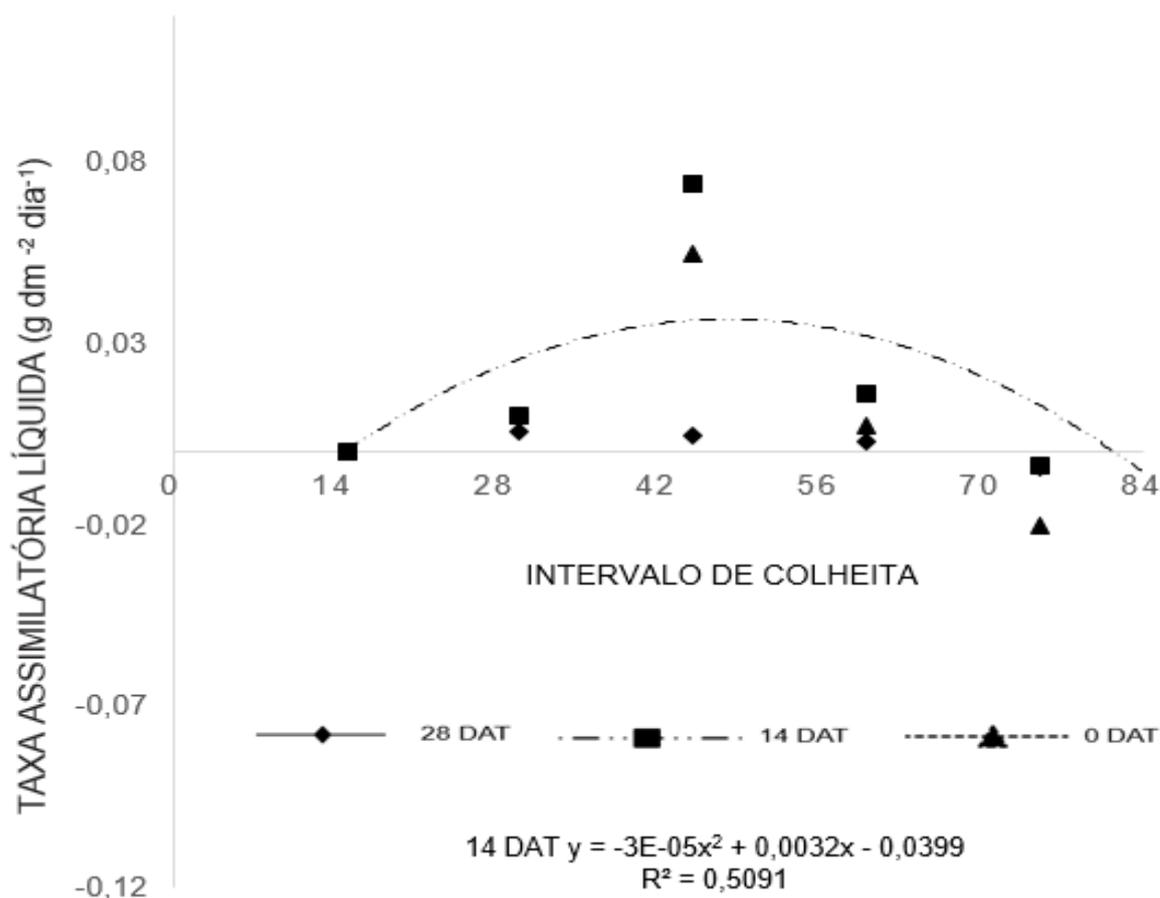
virtude da interferência das folhas superiores sobre as inferiores, reduzindo a área foliar útil para a fotossíntese (VALMORBIDA et al., 2007).

**Figura 3 – Razão de área foliar de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**



A taxa assimilatória líquida (TAL) ajustou-se ao modelo quadrático no tratamento com incorporação 14 dias antes do transplante, com o máximo valor alcançado 53 dias. Os demais tratamentos não apresentaram ajustes às equações estabelecidas (Figura 4). A taxa assimilatória líquida expressa o balanço entre a matéria seca produzida pela fotossíntese e a perda pela respiração, estimando a fotossíntese líquida e eficiência de produção de fitomassa seca (BENINCASA, 2003). Há tendência de queda da TAL ao longo do período de avaliação, como observado no tratamento com incorporação de torta de mamona aos 14 dias antes do transplante, tal fato ocorre em virtude da expansão foliar, que causa auto sombreamento e diminuição da área fotossinteticamente útil (ANDRADE et al., 2009).

**Figura 4 – Taxa assimilatória líquida de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**

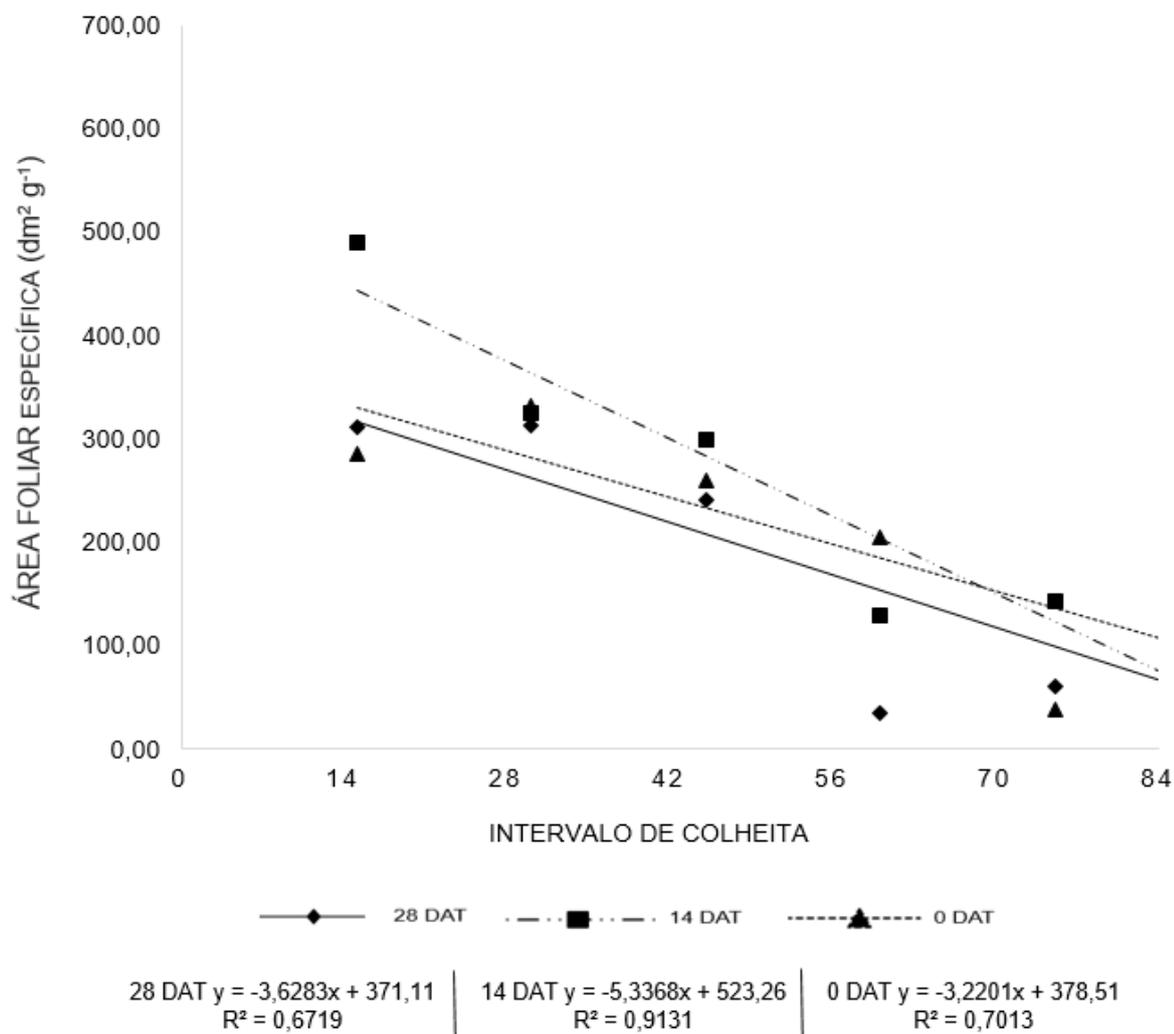


A área foliar específica (AFE) apresentou ajuste linear decrescente para todos os tratamentos de tempo de incorporação de torta de mamona (Figura 5). A incorporação 14 dias antes do transplântio proporcionou maiores valores de AFE já na primeira avaliação aos 14 dias. Os tratamentos com incorporação 28 dias antes do transplântio e no dia do transplântio obtiveram os maiores valores de AFE na segunda avaliação, 28 dias.

Houve decréscimo da área foliar específica (AFE) ao longo do ciclo das plantas submetidas aos distintos tratamentos. Os maiores valores de AFE no período inicial de desenvolvimento devem-se à menor espessura das folhas, menor massa seca e área foliar, pois a AFE é a razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. Com o desenvolvimento das plantas, há aumento da área foliar e massa seca das folhas, com conseqüente queda dessa variável. A AFE é um constituinte anatômico e

morfológico da RAF, relacionado a superfície foliar com a massa seca da própria folha. (BENINCASA, 2003).

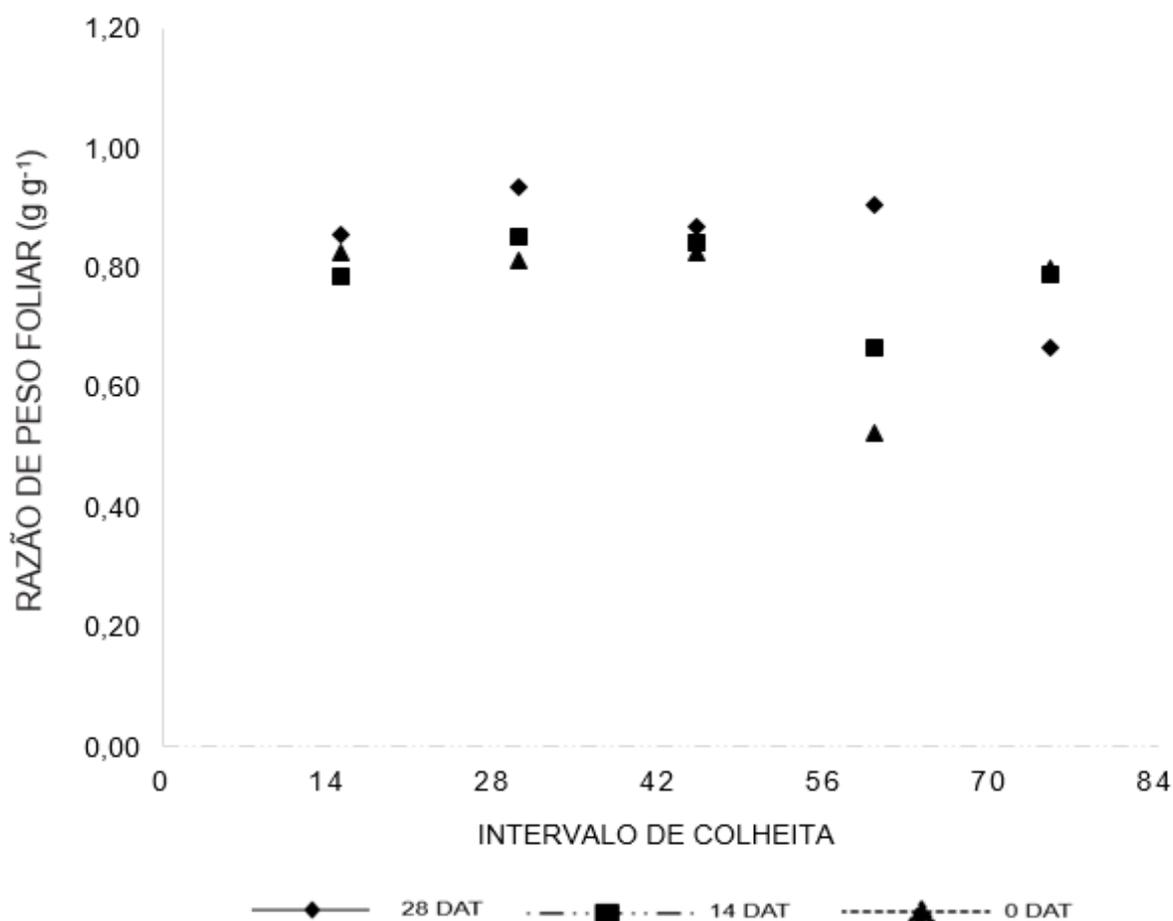
**Figura 5 – Área foliar específica de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**



A razão de peso foliar (RPF) também não apresentou ajustes às equações em nenhum dos tratamentos (tempo de incorporação da torta de mamona) em função das épocas de avaliação (Figura 6).

A razão de peso foliar (RPF) estima a eficiência produtiva da produção de massa seca foliar em relação à massa seca total da planta. Esse índice costuma se apresentar de forma decrescente ao longo do ciclo, o que indica que com o crescimento das plantas, há diminuição da área fotossinteticamente útil, e menor incremento das folhas na fitomassa acumulada (MACHADO et al., 2006).

**Figura 6 – Razão de peso foliar de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**

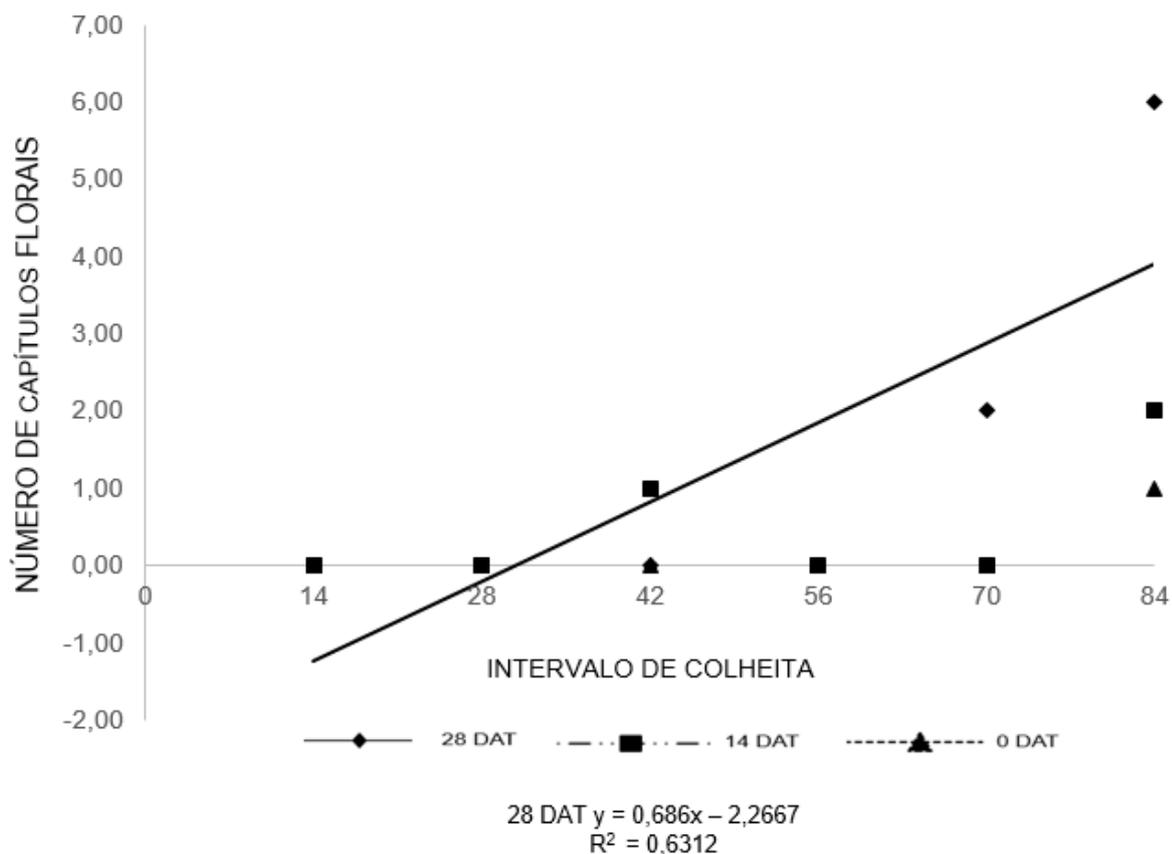


De acordo com Benincasa (2003), o crescimento de plantas é resultado da interação entre fatores bioquímicos e físicos complexos, que em sua maioria ainda não foram elucidados ou ainda são desconhecidos.

A produção de capítulos florais de calêndula em função do tempo de incorporação com torta de mamona apresentou ajuste linear para o tratamento incorporação 28 dias antes do transplântio. Os resultados dos demais tratamentos não apresentaram ajuste às equações (Figura 7).

A resposta linear na produção de capítulos florais de calêndula deve-se ao fato da avaliação ter sido até 84 dias após o transplântio, exibindo potencial para continuação da produção de inflorescências, já que de acordo com Martins et al. (1994), o florescimento da calêndula pode ter duração de dois a três meses.

**Figura 7 – Número de capítulos florais de calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**



Quanto ao teor de nitrogênio foliar de calêndula, infere-se que nos tratamentos incorporação da torta aos 28 e 14 dias antes do transplântio houve ajuste à equação linear decrescente, ambos apresentando superioridade nas médias na primeira colheita (14 dias), evidenciando assim a disponibilidade do N logo no início do ciclo da cultura. Já a incorporação no dia do transplântio ajustou-se à equação quadrática, com valor máximo de N foliar aos 60 dias após transplântio, indicando possível retardo na mineralização da torta de mamona e conseqüentemente na disponibilização do nitrogênio (Figura 8).

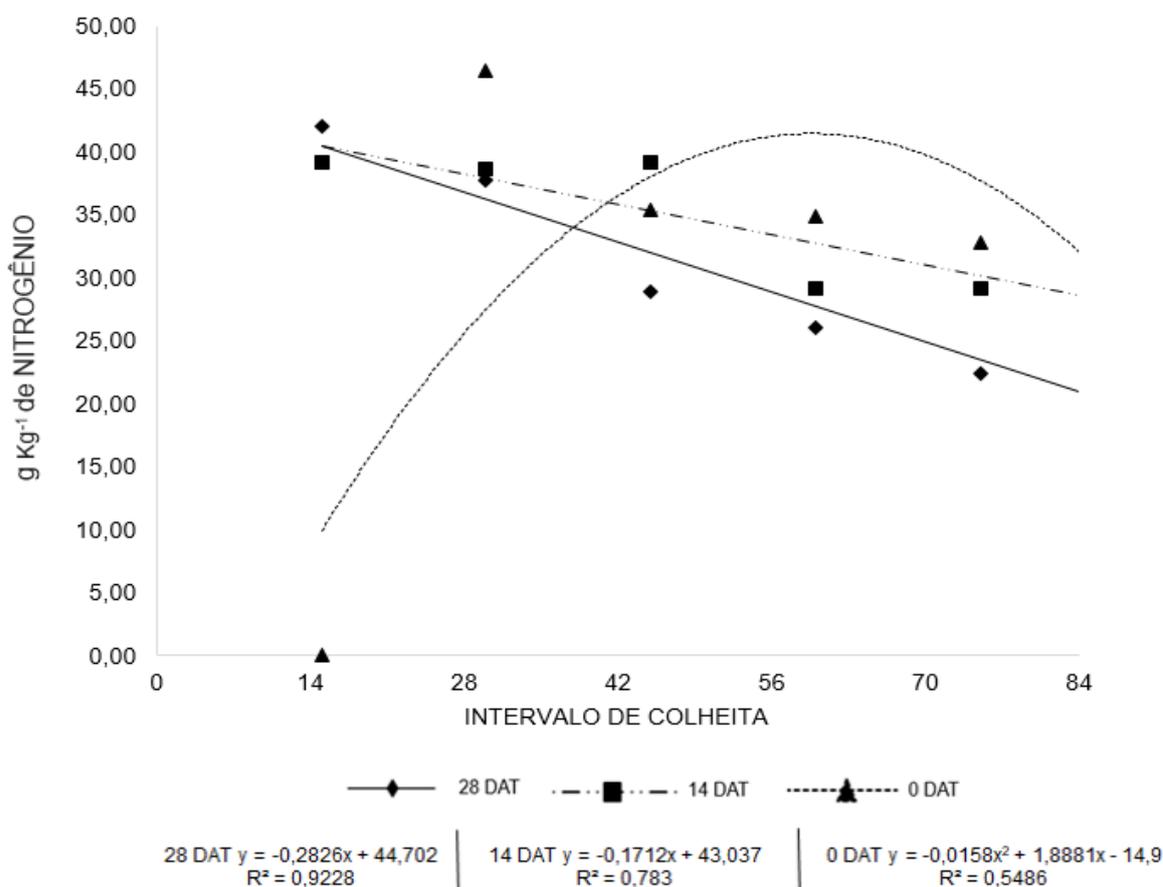
O nitrogênio é um elemento bastante dinâmico e seu decréscimo coincide com o início da floração da calêndula. Tal comportamento é explicado pela remobilização do nitrogênio na planta, sendo que a translocação de N é mais acentuada conforme inicia-se o desenvolvimento reprodutivo da planta (SERRA et al., 2013).

O N é um elemento móvel que transloca de maneira fácil de um órgão para o outro da planta, e o período de florescimento é a fase em que ocorre maior translocação da parte aérea para as estruturas reprodutivas, o que concorre para a redução do N na parte aérea das folhas (MARSCHNER, 1995).

Serra e colaboradores (2013) avaliando a eficiência nutricional do nitrogênio em calêndula encontraram teores máximos de 37 g/ kg de N foliar. Valores que são inferiores ao encontrado neste trabalho para a incorporação de torta de mamona no dia do transplântio nas três primeiras épocas de colheita.

Moreira e colaboradores (2005) constataram o aumento de teores de nitrogênio na parte aérea e nos capítulos florais quando houve adição de N. O nitrogênio apresentou-se como fundamental para o desenvolvimento de calêndula, proporcionando aumento da produção de matéria fresca e seca da parte aérea e dos capítulos florais.

**Figura 8 – Nitrogênio foliar em calêndula cultivada sob manejo orgânico no outono. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018**



## 2.4 CONCLUSÃO

A incorporação da torta de mamona 14 dias antes do transplântio mostrou-se mais eficiente, já que os maiores valores para os índices fisiológicos foram alcançados

com este tratamento. O maior número de capítulos florais foi alcançado com incorporação 28 dias antes do transplântio. Já teores adequados de nitrogênio ao longo do ciclo foram disponibilizados pelos tratamentos com incorporação 28 e 14 dias antes do transplântio.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. et al. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. **Campinas: Instituto Agrônomo**, v. 200, p. 452, 2014.
- AGUIAR NETTO, A. O. et al. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 901-907, 2000.
- ANDRADE, C. A. B. et al. Produtividade, crescimento e partição de matéria seca em duas cultivares de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 683-688, 2009.
- ARORA, D.; RANI, A.; S., A.. A review on phytochemistry and ethnopharmacological aspects of genus *Calendula*. **Pharmacognosy reviews**, v. 7, n. 14, p. 179, 2013.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. (Circular técnica, 6)
- CASTRO, P. R. C. et al. Desenvolvimento comparado de três cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 41, n. 2, p. 555-584, 1984.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- FERRARI, T. B. et al. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 45-51, 2008.
- FERREIRA, D. F. *Sisvar – sistema de análise de variância para dados balanceados*. Lavras: UFLA, 1998. 19p.
- LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 41, n. 1, p. 181-202, 1984.
- MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo, EPU, 1985. V.1, p.363 - 50.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995.

MARTINS, E. R. et al. **Plantas Medicinais**. Viçosa: Editora UFV, 2004.

MATTOS, J. K. A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos**. Brasília, DF: Gráfica Gutenberg. 1996.

MOREIRA, P. A. et al. Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, n. 1, p. 18-23, 2005.

POMMIER, P. et al. Phase III Randomized trial of Calendula officinalis compared with trolamine for the prevention of acute dermatitis during irradiation for breast cancer. **Journal of Clinical Oncology**, v. 22, n. 8, p. 1447–1453, 2004.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. **Tópicos em ciências agrárias**, p. 38, 2009.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, suplemento, p. 829-837, 2014.

SERRA, A. P. et al. Eficiência nutricional do Nitrogênio e produção de biomassa em *Calendula officinalis* L.(Asteraceae) em condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 1, p. 78-85, 2013.

SILVA, S. D. et al. E. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p.19-27, 2012.

URCHEI, M. A. et al. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.3, p. 497-506, 2000.

VALMORBIDA, J. et al. Crescimento de *Mentha piperita* L, cultivada em solução nutritiva com diferentes doses de potássio. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 9, n. 4, p. 27-31, 2007.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Condições climáticas como pluviosidade e temperatura interferem na produção de biomassa e na fitoquímica da calêndula. Maiores produções de capítulos florais são alcançadas com temperaturas amenas e pluviosidade bem distribuída ao longo do ciclo da cultura, que também proporcionam teores adequados de compostos fenólicos e flavonoides. Cultivo em situação de alta pluviosidade e alta temperatura ocasionam baixa produtividade. A incorporação de torta de mamona 14 dias antes do transplântio favorece a produção de biomassa, compostos fenólicos e flavonoides e maiores índices fisiológicos de crescimento.



## REFERÊNCIAS

- ACOSTA, L. L.; RODRÍGUEZ, C. F.; SÁNCHEZ, E. G. Instructivo técnico de *Calendula officinalis*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 6, n. 1, p. 23-27, 2001.
- ALMEIDA, M. Z. **Plantas medicinais**. SciELO-EDUFBA, 2003.
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Detoxicação e aplicações da torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa algodão, 2009. 36 p. (Documentos, 217).
- BOOTS, AGNES W.; HAENEN, GUIDO RMM; BAST, AALT. Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. **European journal of pharmacology**, v. 585, n. 2-3, p. 325-337, 2008.
- BRASIL 2006. Ministério da Saúde. **Portaria no. 971, de 03 de maio de 2006**. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. DOU. Poder Executivo, Brasília, DF, 04 mai. 2006.
- BRYANT, J. P. et al. Response of winter chemical defense in Alaska paper birch and green alder to manipulation of plant carbon/nutrient balance. **Oecologia**, v. 72, n. 4, p. 510-514, 1987.
- CABRERA, F. et al. Nitrogen mineralization in soils amended with composted olive mill sludge. **Nutrient cycling in agroecosystems**, v. 71, n. 3, p. 249-258, 2005.
- FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.
- FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 4. ed. Fascículo II. São Paulo: Atheneu Editora LTDA, 2002.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, vol. 30, n.2, 374-381, 2007.
- GRANDI, T. S. M. **Tratado das Plantas Medicinais: mineiras, nativas e cultivadas**. Belo Horizonte: Adequatio Estúdio, 2014. 1204p.
- JUNIOR, C. C.; SCHEFFER, M. C. **Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Emater, 2009.
- LÓPEZ-PIÑEIRO, A. et al. Effects of de-oiled two-phase olive mill waste on Mediterranean soils and the wheat crop. **Soil Science Society of America Journal**. v. 72, n. 2, p. 424-430, 2008.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 1088p.

OLIVEIRA, M.; SIMOES, M.; SASSI, C. Fitoterapia no sistema de saúde pública (SUS) no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 2, p. 39-41, 2006.

PRICE, P. W. Carbon-nutrient balance hypothesis in within-species phytochemical variation of *Salix lasiolepis*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 15, n. 4, p. 1117-1131, 1989.

SANTOS, S. S. et al. Production of organically grown onions depending on the use of mulch and castor bean cake. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 549-552, 2012.

SAVY FILHO, A. et al. **Variedades de mamona do Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 12 p. (Boletim técnico, 183).

SEVERINO, L.S. O Que sabemos sobre a torta de mamona. **Embrapa Algodão. Documentos**, 2005.

SEVERINO, L.S. et al. Método para determinação da área foliar da mamoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 73 – 72, 2004.

SEVERINO, L. S. et al. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

VEITCH, N. C.; GRAYER, R. J. Flavonóides e seus glicosídeos, incluindo antocianinas. **Relatórios de produtos naturais**, v. 28, n. 10, p. 1626-1695, 2011.

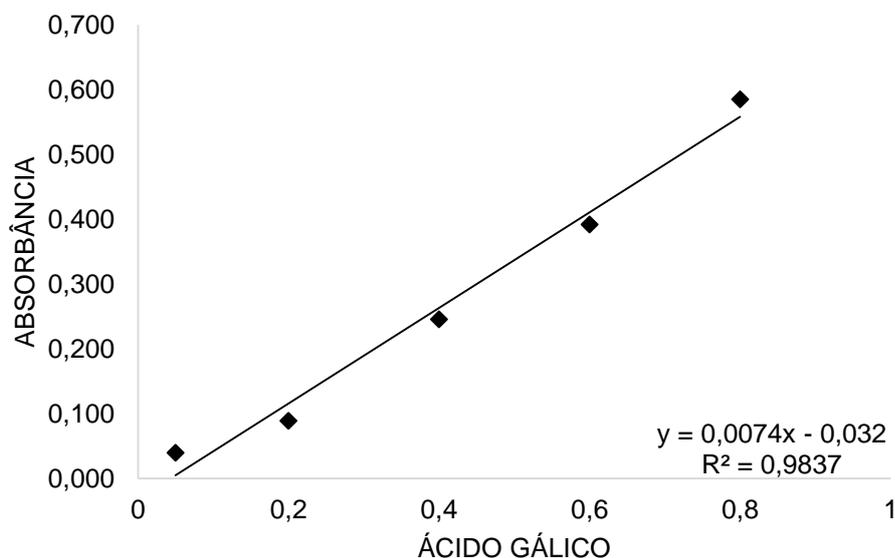
WHO, World Health Organization. **Monographs on selected medicinal plants**, v. 2, Geneva, 2002.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. Public health. **Innovation and Intellectual Property Rights. Report of the Commission on Intellectual Property Rights, Innovation and Public Health**. Geneva: WHO, 1998.

ZAPATA, N. et al. Quality of biodiesel and press cake obtained from *Euphorbia lathyris*, *Brassica napus* and *Ricinus communis*. **Industrial Crops and Products**, v. 38, p. 1-5, 2012.

## APÊNDICE

**APÊNDICE A** - Curva padrão de ácido gálico utilizada na determinação de compostos fenólicos totais em calêndula sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018



**APÊNDICE B** - Curva padrão de quercetina utilizada na determinação de flavonoides em calêndula sob manejo orgânico em função da época de cultivo e incorporação da torta de mamona, dias antes do transplântio (DAT). FCA/UNESP, Botucatu, 2018

