

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4536>

## Avaliação de *Ocimum basilicum* L. sob diferentes concentrações de ácido cítrico e horários distintos de colheita

Tainá Macedo dos Santos <sup>[1]</sup>, Cláudia Araújo Marco <sup>[2]</sup> , Geane Lourenço Bispo <sup>[3]</sup> , Toshik Iarley da Silva <sup>[4]</sup> , Josyelem Tiburtino Leite Chaves <sup>[5]</sup> , Hernandes Rufino dos Santos <sup>[6]</sup> 

[1] [tainamacedodossantos@gmail.com](mailto:tainamacedodossantos@gmail.com). [2] [claudia.marco@ufca.edu.br](mailto:claudia.marco@ufca.edu.br). Universidade Federal do Cariri (UFCA). [3] [geane.bispo@unesp.br](mailto:geane.bispo@unesp.br). Universidade Estadual Paulista (UNESP). [4] [iarley.toshik@gmail.com](mailto:iarley.toshik@gmail.com). Universidade Federal de Viçosa (UFV). [5] [josyelem\\_josy@hotmail.com](mailto:josyelem_josy@hotmail.com). Universidade Federal de Lavras (UFLA). [6] [hernandesufc@yahoo.com.br](mailto:hernandesufc@yahoo.com.br). Universidade Federal do Cariri (UFCA).

### RESUMO

A alta demanda por matéria prima de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) justifica o investimento em pesquisa na busca de incrementar a produtividade e qualidade do óleo essencial e biomassa. Este estudo objetivou avaliar o desenvolvimento e teor de óleo essencial da cultivar de manjeriço Cinnamom submetida a diferentes concentrações de ácido cítrico e distintos horários de colheita. O experimento foi conduzido em área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri, Crato-CE. Os tratamentos foram agrupados em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4x5, quatro concentrações de ácido cítrico e cinco horários de colheita com duas repetições cada. Foi analisado altura de plantas, comprimento de raiz; massa fresca de folhas, inflorescências, caule e raiz; teor de óleo essencial (TOE) e índice de velocidade de floração (IVF). Realizou-se análise de variância e de regressão. Horário de colheita e concentração de ácido cítrico não influenciaram na produção de biomassa. O TOE apresentou significância para os horários de colheita, sendo o maior resultado para 11 horas e o menor para 7 horas. A concentração de 20 mM de ácido cítrico afetou significativamente o IVF. Os fatores estudados tiveram efeito sobre o IVF e o TOE para a cultivar Cinnamom.

Palavras-chave: Biomassa. Florescimento. Metabolismo secundário. Óleo essencial.

## *Evaluation of *Ocimum basilicum* L. under different citric acid concentrations and different harvest times*

### ABSTRACT

*The high demand for raw materials of basil (*Ocimum basilicum* L.) justifies the investment in research in the search to increase the productivity and quality of essential oil and biomass. This study aimed to evaluate development and essential oil content of the cultivar of basil Cinnamom submitted to different concentrations of citric acid and different harvest times. The experiment was conducted in an experimental area at the Center for Agricultural Sciences and Biodiversity at the Federal University of Cariri, Crato - CE. The treatments were grouped in completely randomized design, 4x5 factorial scheme, four citric acid concentrations and five harvest times with two repetitions each. Plant height, root length were analyzed; fresh mass of leaves, inflorescences,*

*stem and root; essential oil content (TOE) and flowering speed index (IVF). Analysis of variance and regression was performed. Harvest time and citric acid concentration did not influence the biomass production. TOE showed significance for harvesting times, with the highest result being 11 hours and the lowest being 7 hours. The concentration of 20 mM citric acid significantly affected the IVF. The studied factors had an effect on the IVF and TOE for the cultivar Cinnamom.*

**Keywords:** *Biomass. Essential oil. Flowering. Secondary metabolism.*

## 1 Introdução

O manjeriçao (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae e tem sua origem na África Central e Sudoeste Asiático. É uma planta medicinal aromática possuindo óleo essencial rico em substâncias químicas, especialmente o linalol, bastante valorizado pelas indústrias cosmética, alimentícia e farmacêutica. É cultivado em pequenas hortas por todo o Brasil, mas também pode ser encontrado em supermercados com finalidade condimentar ou medicinal (VELOSO *et al.*, 2015; ALVES *et al.*, 2015).

Os óleos essenciais são compostos voláteis, lipofílicos e possuem aroma característico formado por diversas substâncias (CARDOSO *et al.*, 2016). No caso do manjeriçao, o linalol é um dos principais compostos para pesquisas em indústrias farmacêuticas e alimentícias. Tem grande importância econômica, por possuir ação acaricida, bactericida e fungicida, além de ser usado como base para síntese de outros compostos, como o acetato de linalila (JOSÉ *et al.*, 2015).

Em busca de alcançar um elevado rendimento na quantidade e qualidade do óleo essencial, alguns fatores precisam ser observados durante o cultivo e período de colheita, visto que esses fatores somados à carga genética da planta podem influenciar na composição do óleo (VELOSO *et al.*, 2014).

As mudanças climáticas, diferentes estações do ano e os fatores como luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, época e horário de colheita, técnicas de colheita e pós-colheita podem causar estresses nas plantas, acarretando mudanças fisiológicas e também na composição do óleo essencial (RIBEIRO *et al.*, 2016).

Até mesmo ao longo do dia é possível observar mudanças no metabolismo da planta através do aroma liberado. Esse fenômeno pode decorrer de uma maior concentração de óleo ou alternância na produção de

determinado composto em um dado período. Logo, o horário de colheita torna-se fator crucial quando se deseja explorar a capacidade máxima de produção de determinado composto ou maior rendimento de óleo essencial (MORAIS, 2009).

Como forma de minimizar algum desses fatores abióticos que afetam a produção de óleo essencial, a aplicação de ácidos orgânicos, como agentes eliciadores, apresenta-se como uma alternativa eficaz. O ácido mais comumente utilizado é o salicílico, todavia também pode ser usado o ácido cítrico e o ascórbico (COSTA, 2016).

De acordo com as informações anteriormente dispostas, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desenvolvimento e teor de óleo essencial de manjeriçao, cultivar Cinnamom, submetida ao estresse hídrico temporário com aplicação de diferentes concentrações de ácido cítrico e distintos horários de colheita.

## 2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em área experimental do Horto Didático do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no município de Crato, Ceará, nas coordenadas 07°13'46" de latitude sul e 39°24'32" de longitude oeste. O clima da região é Quente Semiárido Brando e Tropical Quente sub-úmido, com temperatura média anual de 24° a 26 °C, precipitação pluviométrica anual de 1090,9 mm com período chuvoso correspondente aos meses de janeiro a maio (IPECE, 2017).

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 4x5. Sendo quatro concentrações de ácido cítrico (0, 10, 15 e 20 mM) e 5 horários de colheita (7, 9, 11, 13 e 15 horas), com duas repetições e duas plantas por repetição.

O ácido cítrico foi obtido no Laboratório Interdisciplinar em Produtos Naturais (LIPN) do CCAB/UFCA. Foi preparada uma solução de 200 mL de ácido cítrico, na qual as quantidades do ácido foram pesadas em balança analítica e, posteriormente, diluídas em água destilada para formar soluções nas concentrações de 10, 15 e 20 mM, e a testemunha foi composta apenas por água destilada.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor de 128 células. As bandejas com as mudas ficaram em ambiente aberto sombreado. O substrato utilizado foi composto por solo do local, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e de textura franco-arenosa, segundo classificação de Köppen (IPECE, 2017) e esterco curtido bovino na proporção de 1:1 (v:v). Aos 10 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, permanecendo apenas as plantas centrais e mais vigorosas das células.

O transplântio para vasos foi realizado aos 30 dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam aproximadamente 7 cm de altura e com aproximadamente cinco folhas completamente expandidas. Foram utilizados vasos de polietileno com capacidade para 12 dm<sup>3</sup>, sendo usado 7 dm<sup>3</sup> de substrato por vaso e duas plantas por vaso, com espaçamento de 10 cm entre plantas. O substrato utilizado nos vasos foi o mesmo utilizado na produção de mudas do manjeriço. Os vasos foram alocados em estrutura coberta por tela de sombreamento com capacidade para reter 50% de radiação, sem contato com o solo e permaneceram até o fim do experimento, que correspondeu a 38 dias após o transplântio (DAT).

A irrigação foi feita igualmente para todos os ensaios. Os vasos permaneceram numa faixa de 80 a 60% de conteúdo de água, ao atingir o valor mínimo a água era repostada até voltar aos 80%, segundo critério da taxa de decréscimo do teor de água descrito por Casaroli e Lier (2008).

Aplicou-se, utilizando um borrifador e por via foliar, 20 mL da solução de cada concentração (0, 10, 15 e 20 mM) de ácido cítrico. A primeira aplicação foi realizada aos 15 dias após o transplântio e a segunda aplicação foi realizada aos 22 DAT. A colheita foi realizada aos 46 DAT.

As plantas foram coletadas de acordo com o horário estabelecido para cada tratamento (7, 9, 11, 13 e 15 horas). Os horários escolhidos foram distribuídos de forma a abranger as maiores mudanças de temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar ao longo do dia. O corte foi feito na base da planta,

ao nível do solo. Folhas, inflorescências, caule e raiz foram separados para análises.

O óleo essencial foi extraído das folhas e inflorescências frescas do manjeriço logo após a coleta. As folhas foram picadas e submergidas em 2.000 mL de água destilada em um balão de fundo chato com capacidade para 5.000 mL, estabelecendo um período de extração de 90 minutos. O óleo essencial foi extraído pelo método de hidrodestilação à arraste, por vapor de água em aparelho tipo Clevenger (ref. 4903) conforme metodologia descrita por Alencar, Craveiro e Matos (1984).

Após extraído o óleo, o mesmo foi colocado em tubos *ependorf* previamente tarados em balança analítica. O teor de óleo essencial (TOE) foi calculado através da divisão do peso do óleo essencial extraído pela massa fresca de plantas utilizado na extração, multiplicando o resultado por 100 para se obter o valor em porcentagem (%).

As variáveis altura de planta (ALT) e comprimento de raiz (CRA) foram obtidas através de medições utilizando fita métrica e descritas em centímetros. As medidas da ALT foram realizadas entre o nível do solo até a maior haste (ápice da planta ou inflorescência). O CRA foi feito medindo-se da base até o ápice da raiz.

As raízes foram coletadas por meio do destorroamento do substrato, com auxílio de jato de água de baixa pressão para não danificar o sistema radicular. Logo após, foram levadas ao laboratório, onde foi retirado o excesso de umidade com uso de papel toalha.

As variáveis massa fresca de folhas, inflorescências, caule e raiz foram mensuradas com uso de balança analítica, e os valores descritos em gramas.

Os dados de florescimento foram obtidos a partir da observação e anotação das plantas quando iniciavam o florescimento em cada repetição de cada tratamento.

O cálculo do Índice de Velocidade de Floração (IVF) foi feito a partir de adaptação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) proposto por Maguire (1962).

$$IVF = \sum \left[ \frac{F_1}{D_1} + \dots + \left( \frac{F_n}{D_n} \right) \right] \times 100\% \quad (1)$$

em que:  $F$  é o número de plantas com inflorescência após  $n$  dias do transplântio; e  $D$  é o dia da avaliação.

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (normalidade) e Bartlett (homogeneidade) e quando adequados a estes pressupostos foi realizada análise de variância e posterior análise de regressão polinomial. Para isso, utilizou-se do programa estatístico SAS University (CODY, 2015). Para as variáveis que não apresentaram efeitos significativos para o fator ácido cítrico foram produzidos gráficos com as médias de cada nível e seus respectivos intervalos

de confiança através do programa SigmaPlot versão 10 (Systat Software Inc, San Jose, CA, USA).

### 3 Resultado e discussão

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), para a interação entre os fatores ácido cítrico e horário de colheita (Ácido\*Horário) nenhuma das variáveis obtiveram resultados significativos.

**Tabela 1** – Análise de variância das variáveis, altura de planta (ALT), comprimento de raiz (CRA), massa fresca de folhas e inflorescências (MFF), massa fresca de caule (MCA) e massa fresca de raiz (MRA) *O. basilicum*, cultivar Cinnamom. Crato, CE, 2018

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		ALT	CRA	MFF	MCA	MRA
Ácido (A)	3	93,107 <sup>NS</sup>	8,983 <sup>NS</sup>	93,107 <sup>NS</sup>	3,707 <sup>NS</sup>	27,674 <sup>NS</sup>
Horário (H)	4	18,637 <sup>NS</sup>	38,356 <sup>NS</sup>	18,637 <sup>NS</sup>	8,76 <sup>NS</sup>	25,705 <sup>NS</sup>
Ácido*horário	12	33,074 <sup>NS</sup>	89,306 <sup>NS</sup>	33,074 <sup>NS</sup>	8,243 <sup>NS</sup>	32,079 <sup>NS</sup>
Resíduo	60	-	-	-	-	-
CV (%)		9,9	12,56	26,59	28,34	28,69

NS: não significativo; CV (%): coeficiente de variação; G.L.: Grau de Liberdade.

Fonte: dados da pesquisa (2018)

De acordo com os dados, pode-se observar que a presença do ácido cítrico acelerou o desenvolvimento da fase reprodutiva da cultivar de manjeriço. Nota-se que, na concentração de 20 mM, 90% das plantas já apresentavam inflorescências até os 21 DAT, enquanto

que no mesmo intervalo, no tratamento testemunha, apenas 45% das plantas floresceram, proporcionando um aumento de 50% do total de plantas floridas (Tabela 2).

**Tabela 2** – Relação entre o período de florescimento de *O. basilicum*, cultivar Cinnamom, e as concentrações de ácido cítrico. Crato – CE, 2018

Concentrações de ác. cítrico (mM)	Período de floração (DAT)									
	15	18	21	24	27	30	32	34	39	Total
0	0	4	5	2	3	2	0	0	2	18
10	0	0	9	0	3	6	1	0	0	19
15	2	4	11	0	0	0	0	2	0	19
20	2	4	12	0	0	1	0	0	1	20

Fonte: dados da pesquisa (2018)

O teor do óleo essencial das folhas e inflorescências frescas de manjeriço variou conforme os horários de colheita, apresentando resultados significativos a 1%, porém não houve significância sob às diferentes concentrações de ácido cítrico (Tabela 3). A variável altura de planta não apresentou diferenças significativas (Figura 1).

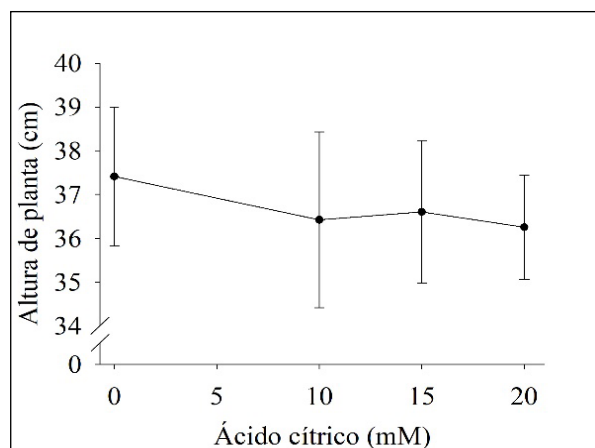
**Tabela 3** – Análise de variância para a variável teor do óleo essencial (TOE) de folhas e inflorescências frescas de *O. basilicum*, cultivar Cinnamom. Crato, CE, 2028

F.V	G.L.	Q.M. TOE
Ácido (A)	3	0,0052NS
Horário (H)	4	0,0607**
Ácido*horário	2	0,0171NS
Resíduo	0	-
CV (%)		41,58

\*\* : significativo ( $p < 0,01$ ); NS: não significativo

Fonte: dados da pesquisa (2018)

**Figura 1** – Valores médios e análise de regressão para ácido cítrico e altura de planta de *O. basilicum*, cultivar Cinnamom. Crato, CE, 2018



Fonte: dados da pesquisa (2018)

De acordo com as médias encontradas para altura de planta, pode-se verificar que as concentrações do ácido cítrico não promoveram resultados significativos, variando apenas 1,16 cm entre a maior e a menor média.

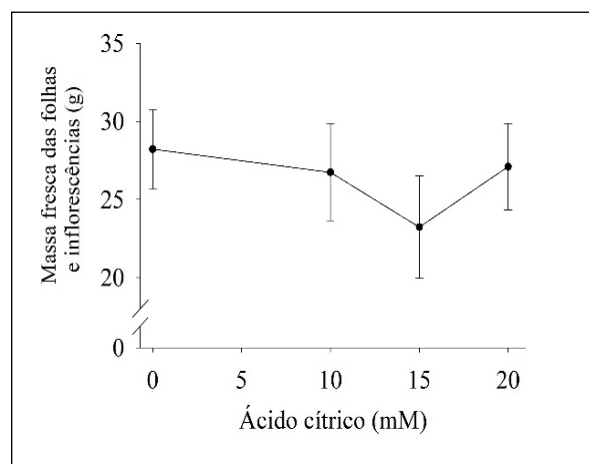
Segundo caracterização morfológica realizada por Blank *et al.* (2004), a cultivar de manjeriço Cinnamom possui altura de cerca de 33,5 cm. Valor inferior ao

encontrado no presente trabalho, no qual a média da altura da planta foi de 36,67 cm, chegando ao valor máximo de 37,41 cm.

Todavia alguns autores encontraram respostas significativas para a variável altura do manjeriço quando submetido a outros fatores, como diferentes épocas de plantio (primavera e outono) e doses de adubação nitrogenada. Verificando que o cultivo na primavera, com a dose de 105,40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, promoveu maior altura de planta (FERREIRA *et al.*, 2015).

O ácido cítrico não apresentou efeito significativo para a variável massa fresca de folhas e inflorescências. Para essa variável, a maior média, também, foi obtida no tratamento testemunha (Figura 2).

**Figura 2** – Valores médios e análise de regressão para ácido cítrico e massa fresca das folhas e inflorescências de *O. basilicum*, cultivar Cinnamom. Crato, CE, 2018



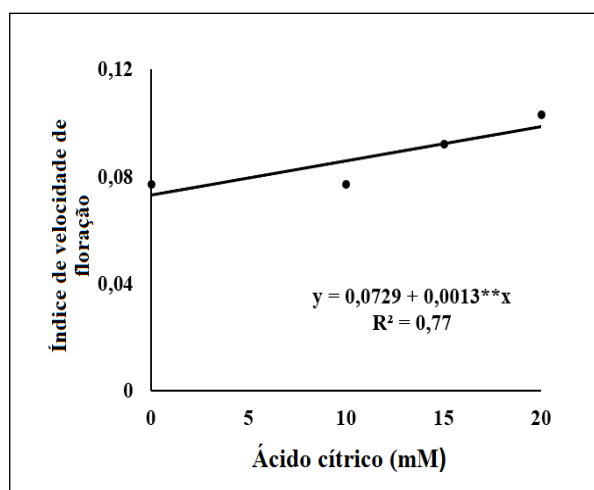
Fonte: dados da pesquisa (2018)

Deschamps *et al.* (2012) também não encontraram efeito significativo quando avaliaram a massa das folhas de *M. x piperita* (Lamiaceae) sob diferentes doses e fontes de adubação nitrogenada.

Favorito *et al.* (2011), avaliando as características produtivas de manjeriço, também não encontraram resultados significativos para a variável massa fresca de folhas por planta quando submetida à diferentes espaçamentos entre plantas e entrelinhas, todavia, quando avaliaram a produção de massa fresca das folhas, notaram que os valores mostraram-se superiores em resposta ao menor espaçamento entre linhas, podendo ser explicado pelo fato de que a menor densidade de plantio resulta em maior número de plantas por área.

O Índice de Velocidade de Floração (IVF) apresentou resposta significativa a 1% através da análise de regressão e comportamento linear crescente. A maior média encontrada foi de 0,103%, quando submetida à concentração de 20 mM (Figura 3).

**Figura 3** – Valores médios e análise de regressão para ácido cítrico e índice de velocidade de floração (IVF) de *O. basilicum*, cultivar Cinnamom. Crato, CE.2018



Fonte: dados da pesquisa (2018)

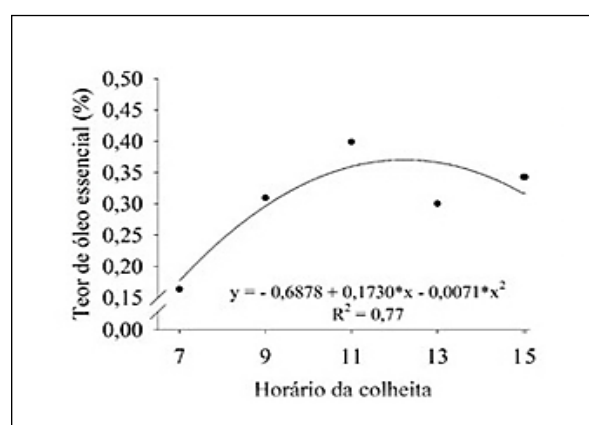
Schindler, Silva e Heinzmann (2018), trabalhando com *Piper gaudichaudianum* Kunth, verificaram que a presença de órgãos reprodutivos não diminuiu o teor do óleo essencial, pelo contrário, o teor do óleo das folhas de *Piper gaudichaudianum* continuou crescendo até o período de máxima floração, no qual o teor de óleo essencial chegou à 1,61%, superior ao encontrado no verão (1,32%), em que prevalecia o estágio vegetativo. O aumento da produção superior de óleo essencial com a presença das inflorescências pode ser explicado pelo aumento do metabolismo da planta em decorrência do estágio reprodutivo.

Ao analisar a temperatura média na cidade de Crato – CE, no mês de outubro e em diferentes horários, verifica-se que o horário de produção máxima de óleo (11 horas) se encontra dentro da faixa de temperatura considerada morna (24 a 29 °C), já os horários de 13 e 15 horas foram encontrados na faixa de temperatura esaldante (acima de 35 °C) e a menor produção do óleo foi no horário de 7h, o qual está incluso na faixa agradável (18 a 24 °C). Dessa forma, pode-se afirmar que, para a cultivar Cinnamom, no período de coleta do presente trabalho, a temperatura mais favorável

para a produção de óleo essencial encontra-se na faixa de 24 a 29 °C.

O teor do óleo essencial de manjeriço variou conforme os horários de colheita, apresentando resultados significativos a 1%, com comportamento quadrático e atingindo a maior produção no horário de 11 horas (Figura 4).

**Figura 4** – Valores médios e análise de regressão para horário de colheita e teor de óleo essencial das folhas e inflorescências frescas de *O. basilicum* cultivar Cinnamom. Crato, CE.2018



Fonte: dados da pesquisa (2018)

Outros pesquisadores também trabalharam o efeito do horário de colheita do manjeriço relacionado à produção de óleo essencial. José *et al.* (2015), observaram que o teor do óleo essencial de manjeriço foi maior no horário de 9 horas (3,61%) em detrimento ao horário de 15 horas (2,78%). Silva *et al.* (2016), avaliaram a resposta da produção de óleo essencial da espécie *Ligia alba* (MILL) em relação aos diferentes horários de corte, relataram que o horário de 11 horas foi o que promoveu maior teor do óleo (0,37%).

A variação da produção de óleo essencial no decorrer do dia está ligada à fatores externos, como temperatura, radiação solar e umidade relativa. Quando expostas a temperaturas elevadas, as plantas tendem a produzir mais metabólitos secundários, todavia, quando a temperatura é excessiva, os compostos podem volatilizar, acarretando em perdas no seu rendimento (MORAIS, 2009).

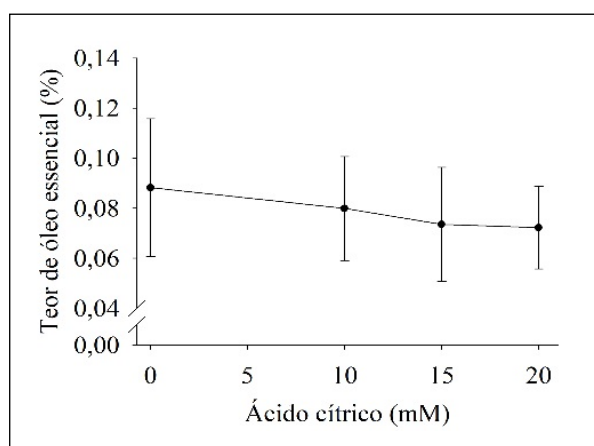
Esse fenômeno pode estar relacionado à diminuição do teor de óleo essencial de manjeriço às 13 horas, período de máxima, seguido de pequeno aumento às 15 horas, onde, provavelmente, se inicia gradativamente a mudança de faixa de temperatura, de esaldante para quente.



Santos *et al.* (2012), ao avaliarem os horários de colheita na produção de óleo essencial de *Alpinia zerumbet*, observaram que os menores valores foram encontrados no período da manhã, coincidindo com a maior taxa de umidade relativa e menores taxas de radiação fotossintética ativa e temperatura do ar. Entretanto, no período da tarde houve uma inversão desses valores, havendo diminuição da umidade relativa, aumento da radiação fotossintética ativa e da temperatura do ar e, por conseguinte, os maiores valores de rendimento de óleo essencial.

O teor de óleo essencial apresentou um leve decréscimo com o aumento da concentração de ácido cítrico. A maior produção do óleo foi obtida no tratamento testemunha (Figura 5).

**Figura 5** – Valores médios e análise de regressão para ácido cítrico e teor de óleo essencial das folhas e inflorescências frescas de *O. basilicum* cultivar Cinnamom. Crato, CE.2018



Fonte: dados da pesquisa (2018)

Sabe-se que o ácido cítrico é um antioxidante natural, e a função dos antioxidantes é minimizar o efeito das espécies reativas de oxigênio (ERO) que são formadas a partir de desequilíbrios biológicos causados, muitas vezes, por fatores externos às plantas (NUNES JUNIOR, *et al.*, 2017). E que a planta, ao sentir-se ameaçada, também por fatores externos, produz metabólitos secundários que agem como autodefesa (ROCKENBACH *et al.*, 2018).

Tendo em vista o que afirmam os autores, pode-se supor que o ácido cítrico, mesmo sem apresentar resultados significativos, agiu de forma a diminuir os efeitos maléficos das ERO.

## 4 Conclusão

O ácido cítrico não influenciou a produção de biomassa de *O. basilicum*, cultivar Cinnamon. Para um melhor rendimento de óleo essencial de suas folhas e inflorescências frescas recomenda-se que a colheita ocorra por volta das 11h. A concentração de 20 mM de ácido cítrico afetou a velocidade de floração do manjeriço, cultivar Cinnamon.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; MATOS, F. J. A. Kovats' indices as a preselection routine in mass spectra searches of volatiles. **Journal of Natural Products**, v. 47, n. 5, p. 890-892, 1984. DOI: <https://doi.org/10.1021/np50035a028>.
- ALVES, L. S. *et al.* Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de plantas de manjeriço submetidas ao estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 807-813, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/14\\_031](https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_031).
- BLANK, A. F. *et al.* Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 113-116, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100024>.
- CARDOSO, N. N. R. *et al.* Synergism effect of the essential oil from *Ocimum basilicum* var. Maria Bonita and its major components with fluconazole and its influence on ergosterol biosynthesis. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, Article ID 5647182, 12 pages. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/5647182>.
- CASAROLI, D.; LIER, Q. J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100007>.
- CODY, R. An introduction to SAS University Edition. SAS Institute, 2015.
- COSTA, R. R. **Atenuação de estresse hídrico em plantas de feijão-caupi tratadas com ácido salicílico**. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEPB\\_39af7133490d8aa785e26a2f7a921428](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEPB_39af7133490d8aa785e26a2f7a921428). Acesso em: dez. 2021.

DESCHAMPS, C. *et al.* Produção de biomassa, teor e composição do óleo essencial de *Mentha x piperita* L. em resposta a fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 12-17, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000100003>.

FAVORITO, P. A. *et al.* Características produtivas do manjericão (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, especial, p. 582-586, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000500013>.

FERREIRA, S. D. *et al.* Influência da adubação nitrogenada e época de cultivo sobre o rendimento de folhas de manjericão (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) para fins medicinais. **Revista Cubana de Plantas Mediciniais**, v. 20, n. 4, 2015.

IPECE. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil municipal Crato**. 2017, 18 p. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>. Acessado em set. 2020.

JOSÉ, J. V. *et al.* Análise de horário de colheitas e partes da planta para extração de óleo essencial de manjericão. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA**, v. 8, especial, p. 55-70, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2015v8nEd.esp.p55-70>.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4050-S4063, 2009.

NUNES JUNIOR, F. H. *et al.* Crescimento foliar e atividades das enzimas antioxidativas em plântulas de girassol suplementadas com percolado de aterro sanitário e submetidas a estresse hídrico. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 1, p. 71-86, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1964>.

RIBEIRO, M. S. S. *et al.* Biometria e óleo essencial de alecrim pimenta cultivado em diferentes épocas e condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, p. 1086-1095, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v10n600539>.

ROCKENBACH, A. P. *et al.* Interferência entre plantas daninhas e a cultura: alterações no

metabolismo secundário. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 1, p. 59-70, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.527>.

SANTOS, M. S. *et al.* Harvest time and plant age on the content and chemical composition of the essential oil of *Alpinia zerumbet*. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 385-390, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300005>.

SCHINDLER, B.; SILVA, D. T.; HEINZMANN, B. M. Efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* KUNTH. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 263-273, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509831581>.

SILVA, E. A. J. *et al.* Harvest time on the content and chemical composition of essential oil from leaves of guava. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1771-1776, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150947>.

VELOSO, R. A. *et al.* Teor e composição do óleo essencial de quatro acessos e duas cultivares de manjericão (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 364-371, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/12\\_180](https://doi.org/10.1590/1983-084X/12_180).