



Espaçamento de plantio e intervalo de colheita na biomassa e produtividade de óleo essencial de *Hyptis marrubioides*

Planting spacing and harvest interval on biomass and essential oil productivity of *Hyptis marrubioides*

Espaciado de siembra e intervalo de cosecha sobre la biomasa y la productividad de aceites esenciales de *Hyptis marrubioides*

DOI: 10.55905/oelv22n11-007

Receipt of originals: 09/27/2024

Acceptance for publication: 10/18/2024

Emanuelle Oliveira Araújo

Doutora em Produção Vegetal

Instituição: Instituto de Ciências Agrárias (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: emanuelleagro14@outlook.com

Gabrielly Soares Ferreira

Mestre em Produção Vegetal

Instituição: Instituto de Ciências Agrárias (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: gabriellysoaresferreira@gmail.com

Thiago Oliveira de Souza

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto de Ciências Agrárias (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: thiagoliveira199806@gmail.com

Lailton Ferreira Bispo

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto de Ciências Agrárias (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: lailtonferreirabispo@gmail.com

Ernane Ronie Martins

Doutora em Produção Vegetal área de concentração em Melhoramento Vegetal

Instituição: Instituto de Ciências Agrárias (UFMG)

Endereço: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil

E-mail: ernane.ufmg@gmail.com

RESUMO

Hyptis marruboides Epling é uma espécie arbustiva silvestre que se destaca por seu óleo essencial, rico em alfa e beta tujona, compostos amplamente utilizados na indústria. Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto de diferentes espaçamentos de plantio e intervalos de colheita na produção de fitomassa e no rendimento do óleo essencial de *H. marruboides*. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com um esquema fatorial 2x4 e três repetições. O primeiro fator considerou dois espaçamentos de plantio: 0,20 x 1,0 m e 1,0 x 1,0 m. O segundo fator envolveu quatro intervalos de corte: 60, 90, 120 e 150 dias após o transplante. Durante cada colheita, foram avaliados a altura das plantas, o número de hastes, o número de brotações, o rendimento de matéria seca da parte aérea, além do teor, produtividade e composição química do óleo essencial. O espaçamento teve efeito significativo sobre todas as variáveis analisadas, exceto a altura e o teor de óleo. Os intervalos de colheita mostraram efeitos significativos em todas as variáveis, com aumentos lineares observados, atingindo as maiores médias na colheita realizada aos 150 dias. A produtividade máxima de óleo essencial foi de 3,92 g.m⁻², obtida com o maior intervalo de colheita no plantio mais adensado. Os compostos alfa-tujona e epi-Longipinanol foram os mais abundantes. Recomenda-se o espaçamento de 0,20 x 1,0 m e a colheita aos 150 dias para obter plantas com maiores valores de matéria fresca, seca e produtividade de óleo essencial.

Palavras-chave: Planta Nativa, Alecrim-da-Vargem, Hortelã-do-Campo, Época de Colheita, Composição Química.

ABSTRACT

Hyptis marruboides Epling is a wild shrub species that stands out for its essential oil, rich in alpha and beta thujone, compounds widely used in industry. This study aimed to evaluate the impact of different planting spacings and harvest intervals on the phytomass production and essential oil yield of *H. marruboides*. The experiment was conducted in randomized blocks with a 2x4 factorial scheme and three replications. The first factor considered two planting spacings: 0.20 x 1.0 m and 1.0 x 1.0 m. The second factor involved four cutting intervals: 60, 90, 120 and 150 days after transplanting. During each harvest, plant height, number of stems, number of shoots, dry matter yield of the aerial part, as well as the content, productivity and chemical composition of the essential oil were evaluated. Spacing had a significant effect on all variables analyzed, except height and oil content. Harvest intervals showed significant effects on all variables, with linear increases observed, reaching the highest averages at the harvest performed at 150 days. The maximum essential oil productivity was 3.92 g.m⁻², obtained with the longest harvest interval in the densest planting. The compounds alpha-thujone and epi-Longipinanol were the most abundant. A spacing of 0.20 x 1.0 m and harvest at 150 days are recommended to obtain plants with higher values of fresh matter, dry matter and essential oil productivity.

Keywords: Native Plant, Alecrim-da-Vargem, Hortelã-do-Campo, Harvest Time, Chemical Composition.

RESUMEN

Hyptis marrubioides Epling es una especie arbustiva silvestre que destaca por su aceite esencial, rico en alfa y beta tujona, compuestos muy utilizados en la industria. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de diferentes espaciamientos de siembra e intervalos de cosecha sobre la producción de fitomasa y el rendimiento de aceite esencial de *H. marrubioides*. El experimento se realizó en bloques al azar con un diseño factorial 2x4 y tres repeticiones. El primer factor consideró dos espaciamientos de siembra: 0,20 x 1,0 m y 1,0 x 1,0 m. El segundo factor involucró cuatro intervalos de corte: 60, 90, 120 y 150 días después del trasplante. Durante cada cosecha se evaluó la altura de las plantas, el número de tallos, el número de brotes, el rendimiento de materia seca de la parte aérea, además del contenido, productividad y composición química del aceite esencial. El espaciamiento tuvo un efecto significativo en todas las variables analizadas, excepto la altura y el contenido de aceite. Los intervalos de cosecha mostraron efectos significativos en todas las variables, observándose incrementos lineales, alcanzando los promedios más altos en la cosecha realizada a los 150 días. La productividad máxima de aceite esencial fue de 3,92 g.m⁻², obtenida con el intervalo de cosecha más largo en la siembra más densa. Los compuestos alfa-tujona y epi-Longipinanol fueron los más abundantes. Se recomienda espaciamientos de 0.20 x 1.0 m y cosecha a los 150 días para obtener plantas con mayores valores de materia fresca y seca y productividad de aceites esenciales.

Palabras clave: Planta Nativa, Romero, Menta de Campo, Época de Cosecha, Composición Química.

1 INTRODUÇÃO

Hyptis marrubioides Epl. conhecida popularmente como hortelã-do-campo, é uma espécie nativa que apresenta em sua composição química diversos compostos de interesse medicinal dentre eles o α -tujona e β -tujona (Botrel et al., 2007). Trata-se de uma espécie arbustiva silvestre e de fácil cultivo, cujas populações correm riscos de ameaçadas devido ao extrativismo. Portanto, o risco existente para a sobrevivência da espécie, pode ser mitigado por meio do estudo e estabelecimento de práticas de cultivo (Andrade; Casali, 1999).

Os compostos α -tujona e β -tujona são considerados componentes significativos em vários suplementos botânicos utilizados em dietas e produtos medicinais à base de plantas (Pelkonen et al., 2013). Devido à sua ação contra condilomas e papilomas, causados a partir da infecção acometida pelo Papilomavírus, que pode afetar humanos e

animais (Ribeiro et al., 2009), esses compostos se tornam de interesse no mercado nacional de óleos essenciais.

Atualmente, a matéria-prima utilizada como fonte desses compostos no mercado nacional está associada a uma espécie perene, de ciclo longo e de grande porte, a *Thuja occidentalis* (Johnston, 1990; Caruntu et al., 2020). No entanto, é viável explorar novas fontes que possam reduzir os entraves presentes na cadeia produtiva. Nesse contexto, é importante impulsionar pesquisas que promovam a implementação de práticas de manejo para espécies que possam padronizar as matérias-primas, contribuindo para o desenvolvimento da cadeia produtiva.

Dentre os tratamentos culturais, estão o espaçamento e o intervalo entre colheitas, os quais são parâmetros importantes no cultivo de plantas medicinais, a exemplo da *Hyptis marruboides*. Dessa forma, a disposição adequada das plantas e o momento correto da colheita podem influenciar significativamente a produção de fitomassa e o rendimento do óleo essencial (Khazaie et al., 2008; Bergo et al., 2005).

Com o intuito de oferecer alternativas para o abastecimento de α -tujona e β -tujona no mercado, a utilização da ferramenta de bioprospecção possibilitou a identificação de uma espécie nativa como fonte alternativa desses compostos. No entanto, ainda não foram realizados estudos de cultivo específicos para a região do norte-mineira. Diante desse cenário, o objetivo com este estudo foi de avaliar a influência dos espaçamentos de plantio e dos intervalos de colheita na produção de biomassa e no rendimento do óleo essencial extraído de *H. marruboides*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, no período de julho a dezembro de 2023, totalizando seis meses de avaliação. O experimento em campo foi instalado no Horto Medicinal desta instituição, localizado nas coordenadas geográficas: latitude 16°40'50"S e longitude 43°50'22"W na altitude de 625 m.

Foram utilizadas mudas de *Hyptis marruboides* Epl. produzidas em abril de 2023 por meio de estaquia, acondicionadas em tubetes de 190 mL para mudas com substrato

solo: esterco (na proporção de 2:1). As mudas foram mantidas em casa de vegetação sob irrigação constante até atingir 20 cm, totalizando 60 dias (Botrel et al.,2010).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, com três repetições. No primeiro fator, foram avaliados os dois espaçamentos de plantio 0,20 m (entre plantas) x1,0m (entre fileiras) e 1,0 (entre plantas) x1,0m (entre fileiras) e no segundo fator quatro intervalos de colheita 60, 90, 120 e 150 DAT (dias após transplantio), totalizando oito tratamentos. As parcelas foram constituídas por nove plantas, avaliando-se sempre a planta central.

O solo da área experimental foi coletado para caracterização química e física, de acordo com PROFERT-MG (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e físicas da amostra de solo argiloso da área experimental, da Região de Montes Claros – MG.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	CTC	V	m	M	C	Areia	Silt	Argila
H ₂ O				g				C	(T)			.0	Org		e	
	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³				%.....		dag.Kg ⁻¹				
				3								1				
6,5	2,	21,	7,2	1,4	0	1,38	9,1	9,17	10,5	86,9	0	2,	1,4	18,	40,9	40,9
	8	6	2				7		5	6		5	5	2		

Nota: pH em água (acidez ativa) P=Fósforo, K=Potássio, Mg=Magnésio, Al=Alumínio, H+Al= acidez potencial, SB=soma de bases (Ca+Mg+K), CTC= capacidade de troca de cátions efetiva (t) e capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), V=saturação de bases, m= saturação por alumínio, MO=materia orgânica, C org=carbono orgânico, mg.dm⁻³= miligrama por decímetro cúbico, cmolc.dm⁻³= centímol de carga por decímetro cúbico, dag.Kg⁻¹= decagrama por kilo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A área experimental foi arada e gradeada, e cada parcela recebeu adubação com esterco bovino na dose de 4L m⁻². A irrigação foi feita por gotejamento utilizando fita gotejadora com vazão de 1,6L.h⁻¹. Foram realizados ainda, tratos culturais como capina e colocada cobertura vegetal morta, composta por folhas secas coletadas nas áreas verdes do Campus da UFMG em Montes Claros, nas entrelinhas ao longo do ciclo de cultivo, sempre que necessário.

Foram avaliados os parâmetros altura de plantas (ALT), números de hastes (NH) e número de brotações (NB) por planta e as colheitas foram feitas cortando-se a parte aérea das plantas, deixando-se em tornode 15 cm da haste principal a partir do solo. Após

a colheita, foram determinados a matéria fresca e seca da parte aérea e os resultados expressos em gramas por metro quadrado de área.

A massa fresca colhida foi levada à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 45°C e posteriormente uma amostra por parcela foi conduzida para extração do óleo essencial. A extração foi realizada no Laboratório de Plantas Medicinais do ICA/UFMG. O método de extração empregado para obtenção do óleo essencial das folhas foi o de hidrodestilação, com aparelho tipo Clevenger, com tempo total de extração de duas horas (MING et al., 1996). Posteriormente, ao tempo de extração, o óleo essencial foi separado da fase aquosa, acondicionado em frasco âmbar e armazenado em freezer -20 °C. O teor de óleo (%) foi calculado com base na matéria seca, conforme a expressão a seguir:

$$\text{Teor de óleo essencial}_{(\%)} = \frac{\text{Massa do óleo}_{(g)}}{\text{Massa de plantas}_{(g)}} \times 100 \quad (1)$$

A análise química do óleo essencial foi realizada no Laboratório de Química Instrumental do ICA/UFMG, utilizando Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massas. As amostras foram diluídas em diclorometano (1mg mL⁻¹), transferidas para vials (2mL) e analisadas individualmente por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM), em coluna capilar de sílica fundida DB-5 MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) e hélio (fluxo 1 mL·min⁻¹) como gás de arraste. A programação da temperatura foi de 60 °C a 240 °C, com incremento de 3 °C·min⁻¹. O sistema foi operado no modo *scan* (monitoramento), com impacto eletrônico a 70 eV, em faixa de 45 a 550 (m/z). Foi injetada a série padrão de n-alcenos nas mesmas condições para o cálculo do índice de retenção (IR). Os dados gerados foram analisados e os compostos identificados com o uso do software MSD Chemstation, juntamente com a biblioteca *National Institute of Standards and Technology* (NIST, 2009), comparados com informações da literatura (Adams, 2017) e com o IR do composto. A abundância relativa (%) dos íons totais referentes aos compostos foi calculada, a partir da área de pico do cromatograma e organizada de acordo com a ordem de eluição. O IR calculado foi realizado segundo Van den Dool e Kratz (1963). Os compostos majoritários foram avaliados segundo os tratamentos aplicados.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico R e, quando houve significância pelo teste de F, aplicou-se o teste Tukey ($p < 0,05$) e regressão polinomial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores espaçamento e intervalo entre colheitas para todas as variáveis avaliadas nesse estudo, sendo avaliados os efeitos de forma isolada (TABELAS 2 e 3).

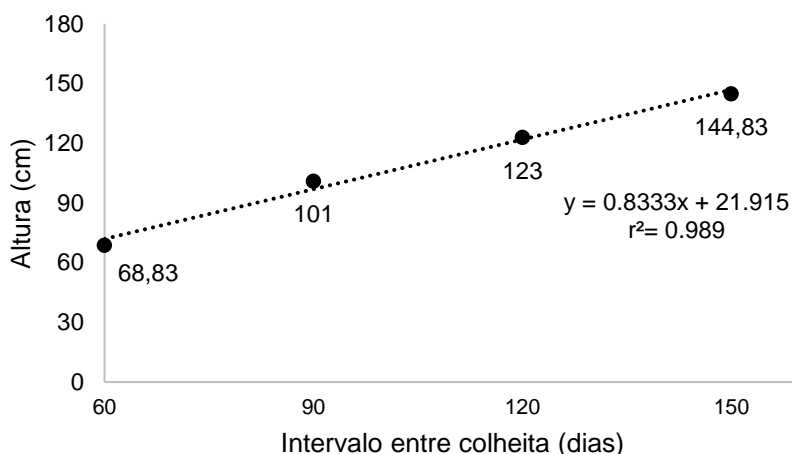
Tabela 2. Valores médios de altura de planta (ALT), número de hastes (NH), número de brotações (NB) por m², massa fresca (MF), massa seca (MS), produtividade de óleo essencial (OE) em g.m⁻² e teor de óleo (%) de partes aéreas de *Hyptis marruboides* Epl. em resposta ao espaçamento de cultivo. ICA/UFMG, Montes Claros - MG.

Espaçamento (m)	Variáveis analisadas						Teor de OE (%)	Produtividad e OE (g m ⁻²)
	ALT (cm)	NB (m ²)	NH (m ²)	MF (g m ⁻²)	MS (g m ⁻²)			
0,2 x 1,0	106,75	446,66 a	13,75 a	1166,17 a	320,86 a	0,5649	1,745 a	
1,0 x 1,0	112,08	209,75 b	4,91 b	512,76 b	144,03 b	0,5329	0,8475 b	
CV (%)	24,01	70,99	45,57	67,28	72,86	28,46	67,07	

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Houve efeito significativo do fator intervalo entre colheitas para a altura de plantas. Foram observados incrementos lineares no tamanho da parte aérea com o aumento do intervalo, com médias variando de 68,33 a 144,833 cm para a colheita realizada em 60 e 150 dias, respectivamente (Figura 1). Para o espaçamento, as médias de altura foram consideradas sem diferenças significativas (Tabela 2).

Figura 1. Altura da planta (cm) em função do intervalo entre colheitas de *Hyptis marruboides*, cultivado em Montes Claros - MG.

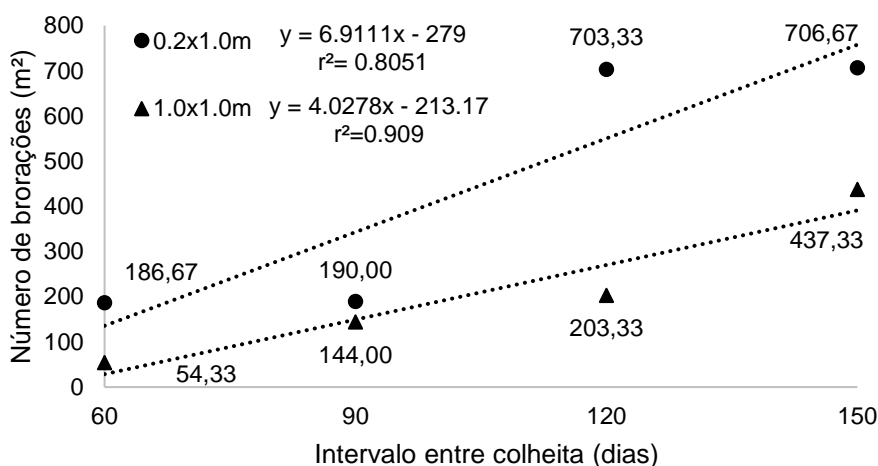


Fonte: Elaborado pelos autores.

O período de cultivo prolongado (150 dias), independentemente do espaçamento adotado, resultou em maior crescimento da parte aérea de *H. marruboides*. Tempos de cultivo maiores, podem favorecer o acúmulo de biomassa, além de impulsionar o desenvolvimento e o estabelecimento mais eficaz do sistema radicular. Esses fatores convergem para a absorção de nutrientes mais eficientes, proporcionando, assim, crescimento mais robusto da planta (Peixoto; Peixoto, 2009).

Para o número de brotações, foram observados efeitos significativos nos dois fatores avaliados (Tabela 2 e Figura 2). O menor espaçamento entre plantas possibilitou incremento no número de brotações (446,66), quando comparadas às plantas cultivadas no maior espaçamento. Houve maior número de brotações também nas plantas cuja colheita foi realizada aos 150 dias, sendo observados incrementos lineares para esse parâmetro, com menor média de brotações com corte aos 60 dias (Figura 2).

Figura 2. Número de brotações por área (m²) em função do intervalo de colheitas de *Hyptis marruboides*, cultivado nos espaçamentos de 1,0x1,0m e 0,2x1,0m em Montes Claros - MG.

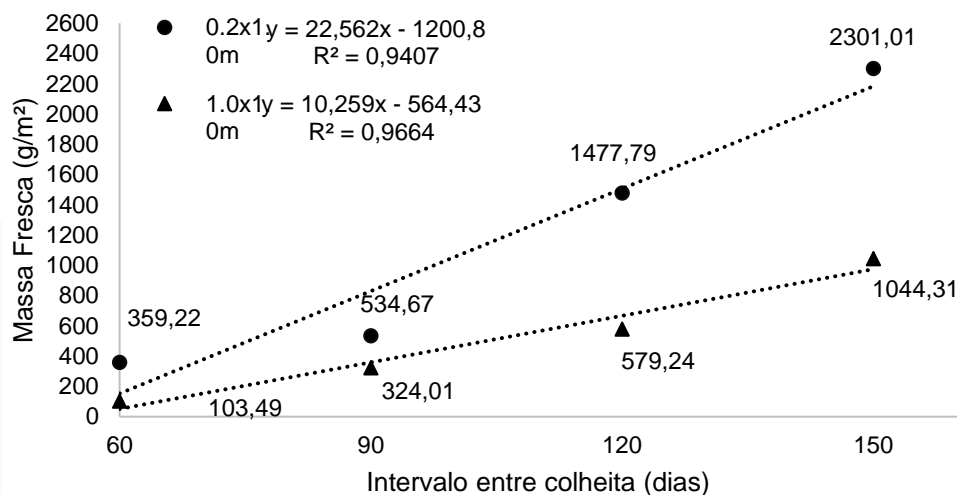


Fonte: Elaborado pelos autores.

Favorito et al. (2011) ressaltam que plantas com desenvolvimento em ambientes de competição por recursos, podem ter alteração em seu crescimento, devido ao sombreamento gerado pelas partes aéreas das plantas nas linhas e entrelinhas, podendo haver a redução, assim, do nível total de radiação solar para cada uma. Destacam, ainda, que a utilização de menor densidade de plantas pode resultar em economia nos custos de produção, em contrapartida, quando utilizada maior densidade, tende-se a obter maior rendimento por área. No entanto, no experimento avaliado, a adubação e irrigação foram as mesmas nos dois espaçamentos de plantio, ou seja, não houve maior uso de recursos para a produção.

A massa fresca da parte aérea foi influenciada pelos intervalos entre colheitas. Foram observados ainda, efeitos significativos entre as médias dos espaçamentos aplicados, sendo obtidos 1168,176 g.m⁻² no plantio mais adensado e 512,76 g.m⁻² no plantio menos adensado. Incrementos lineares foram observados em plantas colhidas aos 60 e aos 150 dias com biomassa variando de 103,09 a 2301,01 g.m⁻², não o havendo diferença entre as médias de produção de biomassa com colheitas aos 60 e 90 dias (Figura 3).

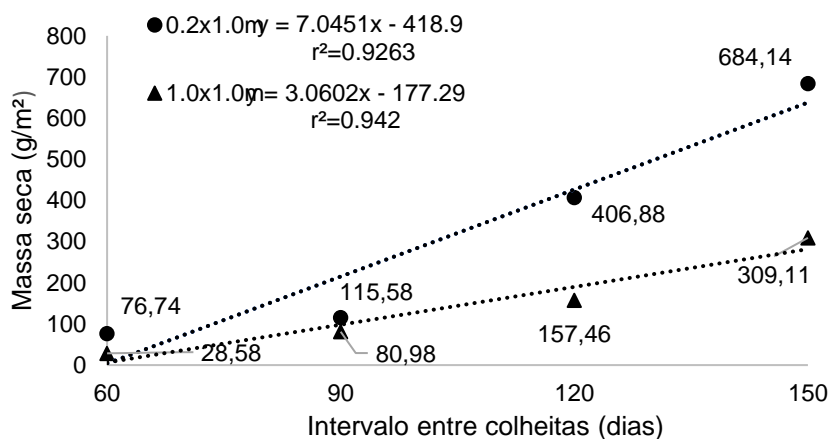
Figura 3. Produção de biomassa fresca ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) em função do intervalo de colheitas de *Hyptis marruboides*, cultivado nos espaçamentos de $1,0\times 1,0\text{m}$ e $0,2\times 1,0\text{m}$ em Montes Claros - MG.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O mesmo comportamento foi observado quando avaliada a produção de biomassa seca da parte aérea, havendo influência dos espaçamentos de plantio na produção de matéria seca por m^2 (Figura 4 e a Tabela 2). Observou-se ainda que o maior intervalo de corte apresentou a maior média ($684,14$ e $309,11 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) quando comparado com a colheita aos 90 e 60 dias (Figura 4). Com incremento de cerca de 121% na massa seca da última colheita entre os dois espaçamentos.

Figura 4. Produção de biomassa seca (g.m⁻²) em função do intervalo de cortes de *Hyptis marruboides*, cultivado nos espaçamentos de 1,0x1,0m e 0,2x1,0m em Montes Claros - MG.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando avaliados o número de hastes por planta e o teor de óleo essencial, não foram observadas interações significativas entre os espaçamentos e os intervalos de corte utilizados. Foram observadas diferenças significativas para as médias do número de hastes somente dentro dos espaçamentos (TABELA 2), não sendo influenciado pelos intervalos entre colheitas (TABELA 3). Para a variável teor de óleo, os espaçamentos e intervalos de colheita não influenciaram nos valores obtidos sendo as médias consideradas estatisticamente iguais pelo teste F (TABELAS 2 e 4).

Tabela 3. Valores médios de número de hastes (NH) e teor de óleo essencial (OE) de partes aéreas de *Hyptis marruboides* em resposta ao intervalo de colheita nos espaçamentos de 1,0x1,0m e 0,2x1,0m em Montes Claros - MG - ICA/UFGM.

	Intervalo de corte (dias)				CV (%)
	60	90	120	150	
Número de hastes	7,66	9,33	8,83	11,50	45,57
Teor de OE (%)	0,4635	0,5347	0,5619	0,6355	28,46

*Não houve diferença significativa entre as médias nas linhas de acordo com o teste Tukey 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelos autores.

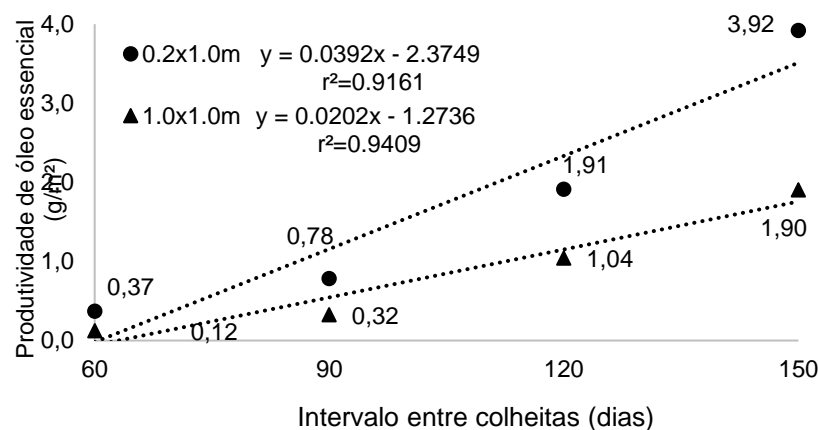
Heine et al. (2015) ressaltam que o estudo do número de hastes por planta pode

acarretar ganhos para o produtor, uma vez que o manejo da quantidade das hastes associado ao espaçamento ideal de cultivo pode promover maior produtividade das plantas. Para o presente estudo o espaçamento de plantio influenciou em ganhos no número de hastes, sendo que o adensamento de plantas houve maior número de hastes por área.

Para os teores de óleo essencial os valores obtidos nesse estudo assemelham-se aos obtidos na estação do verão (0,42%), coletadas em área nativa, sendo atribuído ao maior volume de folhas presentes nas plantas comparado as demais estações (Botrel et al., 2010). Avaliando o teor de óleo essencial de *H. marrubioides* em resposta à diferentes ambientes de cultivo, Botrel et al. (2010) que as plantas cultivadas em campo apresentaram maior teor de óleo volátil (0,13%), sendo em média três vezes maior que no cultivo em casa de vegetação (0,04%).

A produtividade de óleo essencial foi influenciada pelos espaçamentos de plantio (Tabela 2), e do intervalo entre colheitas sendo que os maiores intervalos entre colheitas proporcionaram maiores produtividades por metro quadrado de área, com incremento em torno de 106% na última colheita, no espaçamento mais adensado. Foram observados incrementos lineares na produtividade com o aumento do intervalo de corte, com médias variando de 0,12 aos 60 dias a 3,92g.m⁻² aos 150 dias (Figura 5).

Figura 5. Produtividade de óleo essencial (g.m⁻²) em função do intervalo de colheita de *Hyptis marrubioides*, cultivado nos espaçamentos de 1,0x1,0 m e 0,2x1,0 m em Montes Claros – MG.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação aos compostos majoritários também não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores espaçamento e intervalo entre corte sendo avaliados os efeitos de forma isolada para os compostos sabineno, eucaliptol, α -tujona, β -tujona, pinocanfona, α -copaeno, germacreno D, epi-Longipinanol, óxido de cariofileno (Tabela 4). Contudo, para o composto cariofileno, a interação entre os fatores foi significativa, sendo analisada a interação (Tabela 5).

Tabela 4. Compostos químicos majoritários nas amostras estudadas e sua abundância relativa (%) nos óleos essenciais obtidos por hidrodestilação das folhas e analisados via CG-EM de partes aéreas de *Hyptis marrubioides* em resposta ao intervalo de colheita e espaçamento de cultivo.

Compostos Majoritários	IRca 1	IRlit	Intervalo de corte (dias)					Espaçamento (m)		
			60	90	120	150	CV (%)	1,0 x 1,0	0,2 x 1,0	CV (%)
Sabineno	972	969	2.08	3.73	2.54	3.73	51,19	3.32	2.72	72,80
Eucaliptol	1032	1026	1.19b	1.16b	1.64b	2.34a	24,9	1.90	1.27	24,65
α -Tujona	1107	1101	33.49	30.36	34.05	45.77	25,03	33.91	37.93	24,53
β -Tujona	1118	1112	2.48b	2.02b	2.42b	3.45a	20,45	2.60	2.58	22,89
Pinocanfona	1176	1172	2.58	2.32	2.66	3.58	27,54	2.72	2.85	36,13
α -Copaeno	1376	1374	4.91a	4.06bc	4.37ab	3.54c	11,35	4.59	3.84	13,15
GermacrenoD	1481	1480	3.22	1.78	3.25	0.85	85,24	4.01a	0.54b	73,91
epi-Longipinanol	1561	1562	21.77a	21.65ab	19.44ab	14.42b	21,97	17.31	21.33	27,70
Óxido de cariofileno	1581	1582	1.51	1.46	1.97	1.38	30,18	1.80	1.36	27,40

* Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey
Nota: IR cal: índice de retenção linear calculado segundo Van den Dool e Kratz (1963). IRLit: índice de retenção linear da literatura (Adams, 2017).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5. Análise da abundância relativa do composto majoritário cariofileno em resposta à interação significativa de espaçamento e intervalo de colheita no óleo essencial de *Hyptis marrubioides*. ICA/UFMG, Montes Claros - MG.

Espaçamento (m)	Intervalo de colheita (dias)			
	60	90	120	150
0,2x1,0	12,03aA	10,77aA	10,41aA	6,23B
1,0x1,0	9,6b	7,99b	7,45 b	7,31
CV (%) = 12,90	CV (%) = 11,63			

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sales et al. (2007), ao avaliarem a composição e variabilidade química do óleo essencial de *H. marrubioides* de duas populações (Lavras e Tiradentes-MG), identificaram caryophylla-4(14),8(15)-dien-5 β -ol, eudesma-4(15),7-dien-1 β -ol, óxido de cariofileno e β -cariofileno como os principais constituintes. Embora alguns compostos sejam comuns ao presente estudo e Tiradentes seja o local de coleta da espécie estudada, a abundância desses compostos foi diferente.

Botrel et al. (2009), avaliando os compostos químicos presentes em dois genótipos de *H. marrubioides*, verificou no genótipo roxo maiores teores do composto α -tujona como majoritário com 41% de abundância. De maneira geral, o perfil químico encontrado no estudo, para o genótipo roxo, é semelhante ao elucidado neste estudo, indicando que mesmo em ambiente de cultivo, não são observadas variações na composição química.

A avaliação da composição química em função da sazonalidade foi estudada para a região de Lavras-MG. Os autores encontraram como compostos majoritários α -tujona, β -tujona, linalol, α -copaeno, α -cariofileno, germacreno D, cariofilenol, cedrol e cadaleno, sendo grande parte dos compostos semelhantes ao presente estudo. Os autores indicaram que o composto α -tujona apresentou abundância relativa de 26,7% no inverno e 11,1% na primavera, representando queda superior a 50% do componente, além disso o composto β -tujona não sofreu variações (Botrel et al., 2010). O mesmo intervalo sazonal foi utilizado nesse estudo, contudo as abundâncias encontradas para região de Montes Claros-MG foram superiores para α -tujona e inferiores para β -tujona.

4 CONCLUSÃO

O crescimento de *Hyptis marrubioides* foi influenciado pelos espaçamentos avaliados, sendo que o plantio no espaçamento 0,2x1,0m proporciona melhores produtividades de matéria fresca, seca e produtividade de óleo essencial. Recomenda-se o corte aos 150 dias após o transplante para obtenção de plantas com maiores valores de altura, matéria fresca, matéria seca e produtividade de óleo essencial. O teor de óleo essencial não é influenciado pela época de corte e espaçamento entre plantas. Os compostos α -tujona e

epi-Longipinanol apresentaram maiores abundâncias relativas para os óleos essenciais avaliados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e SESU-PET (Sistema de Educação Superior da Universidade- Programa de Educação Tutorial), pela concessão de bolsas que permitiram a dedicação integral à pesquisa e ainda pelo financiamento e suporte que possibilitaram a realização deste projeto.

Agradecemos ainda à VetBras-Saúde e Nutrição animal pela parceria com o Instituto de Ciências Agrárias -UFMG. O apoio e a expertise fornecidos foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto, enriquecendo a pesquisa e promovendo a troca de conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. Identificação de componentes de óleos essenciais por cromatografia gasosa/espectroscopia de massas. 4. ed. Carol Stream, IL: Allured Publ. Corp, 2017. 809 p.

ALVES, M. S.; SILVA, L. C. P.; PEREIRA, E. A. D.; ESPÓSITO, E. P.; FAGUNDES, L. M.; FARIA, T. S.; SANTOS, A. M.; CHAVES, D. S. A.; CASTRO, R. N.; SOUZA, M. A. A. Diversidade química dos óleos essenciais de plantas do Jardim Botânico da UFRRJ e de outras localidades, baseado em análise de imagem e estatística multivariada. *Revista Virtual de Química*, v. 11, 2019. Disponível em: 10.21577/1984-6835.20190115.

ANDRADE, F. M. C. D.; CASALI, V. W. D. Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário. Viçosa: UFV, 1999. 139 p.
BERGO, C. L.; MENDONÇA, H. A. D.; SILVA, M. R. D. Efeito da época e frequência de corte de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) no rendimento de óleo essencial. *Acta Amazônica*, v. 35, p. 111-117, 2005. Disponível em: 10.1590/S0044-59672005000200001

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, v. 32, p. 588-594, 2009. Disponível em: 10.1590/S0100-40422009000300013

BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. *Química Nova*, v. 45, n. 8, p. 949-958, 2022. Disponível em: 10.21577/0100-4042.20170889.

BOTREL, P. P.; PINTO, J. E. B. P.; FERRAZ, V.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FIGUEIREDO, F. C. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* Epl., Lamiaceae em função da sazonalidade. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, p. 533-538, 2010. Disponível em: 10.4025/actasciagron.v32i3.3415

BOTREL, P. P.; PINTO, J. E. B. P.; FERRAZ, V.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FIGUEIREDO, F. C. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* Epl., Lamiaceae em função da sazonalidade. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, p. 533-538, 2010. Disponível em: 10.1590/S1516-05722009000200009

FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHNEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 13, p. 582-586, 2011. Disponível em: 10.1590/S1516-05722011000500013

FERNANDES, M. C.; RIBEIRO, M. G.; FEDATO, F. P.; PAES, A. C.; MEGID, J. Papilomatose oral em cães: revisão da literatura e estudo de doze casos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, n. 1, p. 215-224, 2009.

HEINE, A. J. M.; MORAES, M. O. B.; PORTO, J. S.; SOUZA, J. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; SANTOS, B. S. R. Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. *Scientia Plena*, v. 11, n. 9, 2015. Disponível em: 10.14808/sci.plena.2015.090202

KHAZAIE, H. R.; NADJAFI, F.; BANNAYAN, M. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Industrial Crops and Products*, v. 27, n. 3, p. 315-321, 2008. Disponível em: 10.1016/j.indcrop.2007.11.007.

MING, L. C.; FIGUEIREDO, R. O.; MACHADO, S.; ANDRADE, R. Yield of essential oil and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) Poaceae. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS, 1996. *Acta Horticulturae*, v. 426, p. 555-559.

MELO, M. T. P.; CARVALHO JÚNIOR, W. G. O.; SOUZA, M. F.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Produção de fitomassa e teor de óleo essencial de folhas de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em diferentes espaçamentos de plantio. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 13, p. 230-234, 2011. Disponível em: 10.1590/S1516-05722011000200016

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. *Tópicos em Ciências Agrárias*, v. 38, 2009.

PELKONEN, O.; ABASS, K.; WIESNER, J. Thujone and thujone-containing herbal medicinal and botanical products: toxicological assessment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 65, n. 1, p. 100-107, 2013. Disponível em: 10.1016/j.yrtph.2012.11.002.

SALES, J. F.; PINTO, J. E. B.; BOTREL, P. P.; OLIVEIRA, C. B.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R.; SERAPHIN, J. C. Composition and chemical variability in the essential oil of *Hyptis marrubioides* Epl. *Journal of Essential Oil Research*, v. 19, n. 6, p. 552-556, 2007. Disponível em: 10.1080/10412905.2007.9699329

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

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. Una generalización del sistema de índice de retención incluyendo cromatografía de partición programada gas-líquido de temperatura lineal. *Journal of Chromatography A*, v. 11, p. 463-464, 1963.