

Alternativas de propagação na produção de óleo essencial de *Mentha canadensis* L. no Litoral Norte Catarinense

SANTOS, V.M.C.S.^{1*}; SCHNEIDER, T.R.¹; BIZZO, H.R.²; DESCHAMPS, C.³

¹ Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, BR-280, Km 26, CEP: 89.450-000, Araquari-Brasil *veramcss@gmail.com ² Embrapa Agroindústria de Alimentos, Avenida das Américas, 29501, CEP: 23020-470, Rio de Janeiro-Brasil bizzo@ctaa.embrapa.br ³ Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários, 1540, CEP: 80035-050, Curitiba-Brasil cicero@ufpr.br

RESUMO: O gênero *Mentha* é cultivado mundialmente para a produção de óleo essencial, com ênfase no constituinte mentol, amplamente utilizado nas indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia e de higiene pessoal. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de diferentes estruturas de propagação e épocas de colheita de *Mentha canadensis* L. no Litoral Norte Catarinense. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2, comparando quatro estruturas de propagação (estolões com 10, 15 e 20 cm de comprimento e estacas com 5 cm de comprimento) e duas épocas de colheita (95 dias após o plantio e 60 dias após a rebrota). Em cada colheita foi avaliado o crescimento vegetativo e produtividade de óleo essencial e de mentol. Na primeira colheita, houve maior acúmulo de massa seca de folhas, caules e total; produtividade de óleo essencial e de mentol quando o plantio foi realizado com mudas obtidas por estaquia. Na segunda colheita, no entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. A primeira colheita resultou em médias superiores em relação à segunda colheita à exceção do plantio por estolão com 10 cm em todas as variáveis e estolão com 20 cm para a massa seca de caules. Os constituintes majoritários do óleo essencial foram mentol, mentona e neomentol. Os teores de mentol foram significativamente superiores na segunda colheita e de mentona na primeira colheita, sendo que o neomentol não apresentou diferença significativa em ambas as colheitas. Os resultados obtidos sugerem que a colheita antecipada da rebrota proporciona maior concentração de mentol no óleo essencial. O uso de estolões como estrutura de propagação pode ser considerada uma alternativa viável para menta, pois além de apresentar níveis similares de produção de óleo essencial e de mentol a partir da segunda colheita ao de áreas implantadas com mudas, diminui o custo de produção.

Palavras-chave: *Mentha canadensis*, Lamiaceae, menta, mentol, estolões, estaquia

ABSTRACT: Propagation alternatives for the production of *Mentha canadensis* L. essential oil at the Santa Catarina State northern coast. The genus *Mentha* is cultivated worldwide for essential oil production, with emphasis on its major constituent, menthol, which is used in the pharmaceutical, cosmetics, and food industries and for personal care. This work investigates the use of different propagation structures and harvesting times of *Mentha canadensis* L., in the Santa Catarina State north coast. The experimental design was in randomized blocks in a 4X2 factorial, comparing four propagation structures (stolon with 10, 15 and 20 cm and stem cuttings with 5 cm) and two harvesting times (95 days after planting and 60 days after the regrowth). In each harvesting time, the vegetative growth, essential oil and menthol productivities were evaluated. The first harvest showed greater leaf, branch and total dry mass accumulation, and essential oil and menthol productivities when stem cuttings were used. In the second harvest, no differences were observed for all evaluated variables. The first harvest resulted in higher averages than the second harvest, with exception in all variables for the use of stolon with 10 cm and in stem dry mass for stolon with 20 cm. The major constituents of the essential oil were menthol, menthone, neomenthol. The levels of menthol were significantly higher in the second harvest and of menthone in the first harvest, while neomenthol showed no significant difference. The results

suggest that early harvest of the regrowth results in great menthol concentrations in the essential oil. The use of stolons as a propagation structure can be considered a viable alternative for mint, as it provides similar levels of essential oil and menthol productions after the second harvest, when compared to stem cuttings and also reduces the production cost.

Key words: *Mentha canadensis*, Lamiaceae, mint, biomass, menthol, stolons, cuttings

INTRODUÇÃO

O gênero *Mentha* é o mais importante da família Lamiaceae em função de agrupar grande número de espécies e híbridos que produzem óleo essencial (OE) com elevado valor comercial. O constituinte de maior demanda comercial é o monoterpene mentol, amplamente usado nas indústrias farmacêutica, cosmética, de higiene pessoal e alimentícia (Patel et al., 2007; Lawrence, 2007). O Brasil já foi o maior produtor mundial de óleo essencial de menta, porém atualmente importa US\$ 10 milhões deste óleo por ano (Bizzo et al., 2009).

A espécie *Mentha canadensis* L., é uma planta subtropical, frequentemente citada como *Mentha arvensis* L. que vem sendo cultivada na Índia, China, Vietnam e Brasil por ser a única fonte viável de cristais de mentol. Seu cultivo foi recomendado nos EUA pela qualidade do óleo essencial e elevado teor de (-)-mentol (Zheljazkov et al., 2010b). Estudos realizados no Distrito Federal com *Mentha canadensis* L., por Gracindo et al., (2006) observaram teores de óleo essencial de 4,17%, contendo 65 % de mentol. Monteiro (2009) avaliou espaçamentos e épocas de colheita do genótipo usado neste trabalho, em Curitiba, obtendo teor de óleo essencial de 2,8% contendo 82 a 85,6% de mentol, enquanto Aflatuni et al., (2006) testaram diferentes épocas de colheita no hemisfério norte, com teores de óleo essencial variando de 1,7 a 2,8%, com 78 a 88% de mentol.

A propagação comercial de menta é assexuada em função da grande variabilidade genética das sementes devido à hibridização (Lawrence, 2007). Pode-se usar mudas provenientes de estaquia, estolões ou brotações de campos de matrizes (Bandoni & Czepak, 2008). O plantio por mudas oriundas de estaquia, é usada no Brasil (Paulus & Paulus, 2007), implicando em custos adicionais relativos à depreciação das estruturas de propagação, mão de obra, substrato, irrigação e transplante, além de no mínimo 1 a 2 meses até que as mudas atinjam o tamanho mínimo para ir a campo. Na Índia são usados estolões conservados sob refrigeração do último cultivo, estolões de campos de matrizes e plantas de rebrota (Kumar et al., 2007). Plantios tradicionais usam estolões a 5 cm de profundidade, de forma contínua (ponta com ponta), com espaçamento de 50 cm (Patra et al., 2000). Estudos sobre a influência da época de colheita na quantidade e qualidade do óleo essencial são

inúmeros (Aflatuni et al., 2006; Deschamps et al., 2008; Monteiro, 2009; Zheljazkov et al., 2010a) e exigem avaliação regional em função da interação das condições ambientais locais com o metabolismo vegetal.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de diferentes estruturas de propagação e épocas de colheita no Litoral Norte Catarinense no crescimento vegetativo, na produção e composição do óleo essencial de *Mentha canadensis* L.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi implantado em área experimental do Instituto Federal Catarinense -IFC - Campus Araquari, localizado no Litoral Norte do estado de Santa Catarina, em janeiro de 2009. A instituição está localizada no município de Araquari, às margens da BR 280, Km 27, situada nas coordenadas geográficas 26°23'56" de latitude Sul e 48°44'30" de longitude Oeste, com altitude média de 4 metros. O solo da área experimental caracteriza-se como um Espodossolo (EMBRAPA, 1999). O clima, segundo KOEPPEN, é do tipo Cfa, clima subtropical úmido. A exsiccata de *Mentha canadensis* L. foram depositadas por RFVieira 2282 e no herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CEN 69.184), proveniente originalmente da coleção de plantas medicinais da Emater, SC.

A produção de mudas foi realizada por estaquia usando-se caules com 5 cm de comprimento que foram colocados em bandejas de isopor, contendo substrato comercial Plantmax HT®. As mudas foram mantidas em condições de casa-de-vegetação, durante 30 dias, com sistema de irrigação intermitente com três turnos de rega, sendo de 15 segundos a cada 15 minutos das 08:00h às 17:00h, 15 segundos a cada hora das 17:00h às 23:00h e 15 segundos a cada 3 horas das 23:00h às 08:00h, para o enraizamento das estacas. Os estolões foram coletados de área implantada há 5 meses, sendo selecionados quanto à sanidade e cortados em comprimentos de 10, 15 e 20 cm.

O experimento foi implantado em área de 190 m² no dia 02 de janeiro de 2009, na sequência de um cultivo de aveia. As análises químicas de solo foram realizadas no Laboratório da CIDASC, sendo o

TABELA 1. Análise de solo da área experimental, coletado na profundidade de 0-20 cm. Araquari-SC, 2009.

Identif. Nº amostra	Textura % argila	pH	Índice (SMP)	P ppm	K ppm	Mat. Org. %(m/v)	Al cmolc L ⁻¹	Ca cmolc L ⁻¹	Mg cmolc L ⁻¹	Na ppm	H+Al cmolc L ⁻¹	CTC cmolc L ⁻¹	S.B.V %
1662	14.0	6.60	6.50	>50	194	>10	0.0	16.80	4.60	2.46	21.97	24.43	89.93

resultado apresentado na Tabela 1. A correção do solo não foi necessária e a recomendação de adubação foi realizada de acordo com Manual da ROLAS - Manual de Adubação e Calagem para os estados de SC e RS (2004) para a cultura de Menta, na proporção de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de K₂O e 20 kg ha⁻¹ de N no plantio. A adubação nitrogenada de cobertura foi feita na mesma proporção do plantio aos 30 dias e logo após o primeiro corte. O controle de plantas invasoras foi manual na linha e mecanizado nas entrelinhas.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2, com 4 repetições, comparando quatro estruturas de propagação (estolões com 10, 15 e 20 cm de comprimento e estacas com 5 cm de comprimento) e duas épocas de colheita (95 dias após o plantio e 60 dias após a rebrota). Todos os canteiros apresentavam área de 4,5 m² com espaçamento de 0,60 entre linhas e 0,30 m entre plantas e vinte plantas cada. A parcela de amostragem foi de 1,08 m² correspondente a 6 plantas.

Para a extração do óleo essencial foram utilizadas amostras de 100 g de massa fresca de folhas, submetidas ao processo de hidrodestilação em aparelho graduado de Clevenger durante 2 horas segundo Monteiro (2009). Cada amostra foi composta de 6 plantas e o rendimento foi calculado pela média de 4 repetições. O rendimento de óleo essencial em µL g⁻¹ de massa fresca foi corrigido para base seca após secagem de amostras a 65°C em estufa com ventilação forçada até massa constante. O mesmo procedimento foi adotado para determinação da massa seca de folhas, caules e total,

A análise das amostras para identificação da porcentagem dos constituintes majoritários do óleo essencial foi realizada por meio de cromatografia em fase gasosa (CG) utilizando-se cromatógrafo a gás Varian modelo CP 3800, com detector FID (CG-FID); coluna capilar HP5 (5%-fenil-95%-metilsilicone, 30 m X 0,32 mm X 0,25 µm). As condições de análise foram as seguintes: a) temperatura do injetor: 250°C, split 1:20; b) quantidade de amostra injetada: 1,0 µL; c) gás de arraste: hélio a 1,0 mL min⁻¹ na temperatura de 40°C; d) temperatura do detector FID: 250°C; e) programação da temperatura do forno: inicial 60°C, elevação da temperatura a 240°C na razão de 3°C por minuto.

Os componentes do óleo foram identificados por cromatografia em fase gasosa acoplada à

espectrometria de massas (CG-EM) em sistema Agilent 5973N; coluna capilar HP5MS (5%-fenil-95%-metilsilicone, 30 m X 0,25 mm X 0,25 µm). O detector de massas foi operado no modo de ionização eletrônica a 70 eV. A fonte de íons foi operada a 230°C, o analisador de massas a 150°C e a linha de transferência a 260°C. A faixa de massas analisada foi de 40 a 450 u, com 3,15 varreduras por segundo. As demais condições de análise foram as mesmas descritas para a CG.

Os índices de retenção linear foram medidos segundo Van Del Dool & Kratz (1963) pela injeção de uma série de n-alcanos (C₇-C₂₆) na mesma coluna e sob as condições indicadas acima para a análise de CG. A identificação dos constituintes do óleo foi realizada através de pesquisa na espectroteca Wiley 6ª edição pela comparação dos índices de retenção calculados com dados da literatura (Adams, 2007).

As análises de variância (ANOVA) foram realizadas utilizando o programa MSTAT-C (NISSEN, 1993). As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os métodos de propagação e épocas de colheita (Tabela 2). As médias da primeira colheita foram significativamente superiores aos da segunda colheita para todas as variáveis analisadas e em todos os tratamentos, exceto para a utilização de estolões de 10 cm de comprimento em todas as variáveis e de estolões com 20 cm para massa seca de caules. Estes resultados podem estar relacionados com as condições ambientais até a primeira colheita com temperatura média mensal de 25°C e precipitação média mensal de 200 mm, mais propícias do que nos meses de abril e maio, (20°C e 50 mm) período correspondente à rebrota até a segunda colheita. Outro fator que pode ter contribuído para as maiores médias na primeira colheita foi o menor período de crescimento vegetativo até a segunda colheita (60 dias). Na segunda colheita, a maior densidade de plantas após a rebrota resultou em menor ramificação alterando a proporção de folhas velhas e novas. Segundo Zheljzakov et al. (2010a), há diferença na arquitetura do dossel das plantas nas duas colheitas em função da diferente densidade populacional.

TABELA 2. Massa seca de folhas (MSF), caules (MSC) e total (MST) (Kg ha⁻¹) em *Mentha canadensis* L. sob quatro métodos de propagação e duas épocas de colheita. Araquari, SC, 2009.

Kg ha ⁻¹	Massa Seca Folhas		Massa Seca Caules		Massa Seca Total		MST
	1ª colheita	2ª colheita	1ª colheita	2ª colheita	1ª colheita	2ª colheita	
Estolão 10	1016,0 ^{Bc}	1239,0 ^{Aa}	734,0 ^{Bb}	825,0 ^{Aa}	1750,0 ^{Bb}	2064,0 ^{Aa}	3814,0
Estolão 15	1489,0 ^{Abc}	902,0 ^{Ba}	743,1 ^{Ab}	586,7 ^{Ba}	2232,0 ^{Ab}	1489,0 ^{Ba}	3721,0
Estolão 20	1836,0 ^{Ab}	1189,0 ^{Ba}	742,1 ^{Bb}	844,8 ^{Aa}	2578,0 ^{Ab}	2034,0 ^{Ba}	4617,0
Muda	3235,0 ^{Aa}	820,5 ^{Ba}	1252,0 ^{Aa}	384,0 ^{Ba}	4487,0 ^{Aa}	1204,5 ^{Ba}	5691,5
CV (%)	24,23		31,49		21,77		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%

Na primeira colheita, houve maior produção de massa seca de folha, caules e total (MST) quando foram utilizadas mudas no plantio. O estabelecimento do plantio a partir de estolões pode ter sido prejudicado pela elevada intensidade pluviométrica (70 mm) nos três primeiros dias após o plantio, sendo observada compactação superficial do solo, o que retardou a brotação dos estolões.

Na segunda colheita, não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis analisadas, o que demonstra que a utilização de estolões representa uma alternativa viável à implantação de menta no campo. Estes resultados podem estar correlacionados com a maior densidade populacional e, conseqüentemente, com a maior produção de biomassa, já descrita por diversos autores (Ram & Kumar, 1998; Singh et al., 2003; Monteiro, 2009). A maior densidade e rapidez de rebrota destes tratamentos sugerem um sistema radicular de maior amplitude. Singh et al., (2003) relatam produtividade de biomassa fresca de 16 toneladas para plantio por estolões, contra 13,5 toneladas para o plantio de mudas transplantadas da variedade Kosi de *M. arvensis* L.

Não houve efeito dos métodos de propagação e épocas de colheita no rendimento de óleo essencial,

evidenciando que nenhum dos fatores afetou o metabolismo de produção de óleo essencial (Tabela 3). Aflatuni et al. (2006), avaliando o rendimento de óleo essencial em *M. canadensis*, também não observou diferenças após duas colheitas. Os rendimentos obtidos nas duas colheitas e em todos os tratamentos deste experimento foram superiores aos obtidos por Monteiro (2009) com a mesma espécie e espaçamento nas condições climáticas de Pinhais (PR), tanto na colheita realizada aos 60 dias (49,8 µL g MS⁻¹) como aos 90 dias após o plantio (47,2 µL g MS⁻¹).

Os resultados de produtividade de óleo essencial e de mentol refletem a mesma tendência de comportamento apresentado para a massa seca total, já que as médias de rendimento de óleo essencial não apresentaram diferença entre os tratamentos. Houve interação significativa entre os tratamentos, sendo obtida maior produtividade de óleo essencial e de mentol na primeira colheita em relação à segunda, com exceção ao tratamento com a utilização de estolões com 10 cm de comprimento cujas médias foram inferiores na primeira colheita. Na primeira colheita, a utilização de estacas como método de propagação resultou em maiores produtividades de óleo essencial e de mentol (243,6

TABELA 3. Rendimento (µL g MS⁻¹), produtividade de óleo essencial (L ha⁻¹) e de mentol (L ha⁻¹) em *Mentha canadensis* L. sob 4 métodos de propagação e duas épocas de colheita sequenciais. Araquari, SC, 2009.

	Rendimento		Produtividade de OE		Produtividade de Mentol			
	1ª colheita	2ª colheita	1ª colheita	2ª colheita	Total	1ª colheita	2ª colheita	Total
Estolão 10	54,1 ^{ns}	53,9 ^{ns}	55,0 ^{Bc}	66,9 ^{Aa}	121,9	47,0 ^{Bc}	58,3 ^{Aa}	105,3
Estolão 15	64,9	55,6	99,0 ^{Abc}	64,6 ^{Ba}	163,6	75,7 ^{Abc}	44,9 ^{Ba}	120,1
Estolão 20	59,5	54,7	108,3 ^{Ab}	50,4 ^{Ba}	158,7	87,6 ^{Ab}	56,8 ^{Ba}	144,4
Muda	77,5	58,2	243,6 ^{Aa}	48,9 ^{Ba}	292,5	227,8 ^{Aa}	42,3 ^{Ba}	270,1
CV (%)	12,82		27,75		31,49			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%*

e 227,8 L ha⁻¹, respectivamente). Estes resultados foram superiores aos apresentados por Monteiro (2009), de 149,38 e 126,74 L ha⁻¹, respectivamente, para o mesmo espaçamento de 0,30 x 0,60 m nas condições climáticas de Pinhais (PR). A menor produtividade de óleo essencial total e de mentol total (soma das duas colheitas) foram de 121 e 105 L ha⁻¹, respectivamente. Estes valores demonstram a viabilidade das alternativas de plantio, estando de acordo com os relatos de Srivastava et al. (2002) que avaliaram *M. arvensis* cultivada em 10 localidades na Índia, registrando variações de produtividade de OE de 99,5 a 165 L ha⁻¹, e de produtividade de mentol da ordem 72,5 a 117,4 L ha⁻¹. Ram & Kumar (1998), testando diversas fontes de adubos orgânicos no plantio por estolões e diferentes épocas de colheita de rebrota (90, 100, 110 e 120 dias), obtiveram produtividade de óleo essencial entre 44 a 203 L ha⁻¹. Os autores obtiveram produtividade de óleo essencial superior na colheita da rebrota sendo também maior em períodos de colheita mais reduzidos.

Na análise da composição do óleo essencial (Tabela 4) observou-se que o mentol foi o principal constituinte majoritário (81,5 a 89%) em todos os tratamentos, sendo a concentração significativamente maior na segunda colheita. Os outros constituintes com maior porcentagem foram mentona (4,6 a 8,3%), cuja porcentagem foi maior na primeira colheita e o neo-mentol (3,4 a 3,6%) que apresentou a mesma concentração em todos os tratamentos. Os constituintes com menor porcentagem foram limoneno e pulegona, com aproximadamente 1% na primeira colheita e como traços na segunda colheita, não

sendo alterados significativamente em função dos tratamentos. A porcentagem de iso-mentol não diferiu nos tratamentos. Outros treze constituintes foram identificados com teores inferiores a 0,6%, sendo α -pineno, β -pineno, sabineno, mirceno, 3-octanol, 1,8-cineol, iso-pulegona, linalol, α -terpineol, piperitona, trans-cariofileno, germacreno D e biciclogermacreno.

Os teores de mentol foram maiores na segunda colheita, o que também foi constatado por Aflatuni et al. (2006) obtendo 80 e 88% de mentol na primeira e segunda colheitas, respectivamente. A mesma tendência não foi observada por Zheljzakov et al. (2010) com *M. x piperita*, ocorrendo teores de mentol e mentona superiores e menor concentração de mentofurano na primeira colheita. Monteiro (2009), comparando colheitas de *Mentha canadensis* L., realizadas aos 90 dias e aos 60 dias, não constatou alteração na porcentagem de mentol, obtendo teores similares ao deste trabalho, entre 82,8 e 85,6%. A porcentagem de mentol de *M. canadensis* foi superior aos relatos para *M. arvensis*, por Srivastava et al. (2002) em 10 regiões da Índia, variando de 66,7 a 77,4% e por Ram & Kumar (1997) com amplitude de 79,1 a 84,5 em experimentos de adubação orgânica e épocas de colheita. A diferença apresentada entre a composição do óleo essencial da primeira colheita com valores de mentol inferiores, e dos precursores limoneno, pulegona e mentona maiores com a proporcional inversão na segunda colheita, podem estar associados ao estágio de desenvolvimento das plantas e à estrutura morfológica do dossel. A primeira colheita foi realizada aos 95 dias, com pleno florescimento e já com acentuada senescência das

TABELA 4. Constituintes majoritários (%) no óleo essencial de *Mentha canadensis* L. sob 4 métodos de propagação e duas épocas de colheita seqüenciais. Araquari, SC, 2009.

Constituinte		Estolão 10	Estolão 15	Estolão 20	Muda	CV%
Limoneno **	1ª Colheita	1,4 Aa	1,4 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	55,65
	2ª Colheita	0,4 Bb	0,5 Bb	0,5 Bb	0,7 Bb	
Mentona **	1ª Colheita	8,3 Aa	8,6 Aa	8,2 Aa	7,8 Aa	24,08
	2ª Colheita	5,5 Bb	4,6 Bb	4,7 Bb	5,4 Bb	
neo-mentol ns	1ª Colheita	3,4 Aa	3,6 Aa	3,4 Aa	3,4 Aa	13,94
	2ª Colheita	3,6 Aa	3,4 Aa	3,5 Aa	3,4 Aa	
Mentol **	1ª Colheita	82,9 Bb	81,5 Bb	82,2 Bb	82,9 Bb	5,47
	2ª Colheita	87,3 Aa	89,0 Aa	88,4 Aa	87,9 Aa	
iso-mentol *	1ª Colheita	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	88,11
	2ª Colheita	0,2 Bb	0,3 Bb	0,1 Bb	0,1 Bb	
Pulegona **	1ª Colheita	1,0 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa	1,1 Aa	33,49
	2ª Colheita	0,2 Bb	0,1 Bb	0,1 Bb	0,3 Bb	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%* e ao nível de 1%**

folhas velhas e a segunda colheita aos 60 dias após a rebrota, logo no início do florescimento. A maior concentração dos precursores de mentol em folhas novas na primeira colheita e a predominância de mentol na segunda colheita foi relacionada com a idade do tecido foliar por diversos autores (Gershenzon et al., 2000; Croteau et al., 2005; Rios-Esteva, et al., 2008).

CONCLUSÃO

Apesar das condições adversas para a brotação de estolões que resultou neste trabalho em produtividades inferiores de óleo essencial e de mentol na primeira colheita, os resultados obtidos na segunda colheita justificam a utilização desta estrutura de propagação para a espécie como forma de redução de custo para a implantação da cultura e consequentemente proporcionando maior rentabilidade da cultura.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem aos pesquisadores Dr. Roberto F. Vieira e Dr. Dijalma Barbosa, (EMBRAPA/CENARGEN, Brasília, DF), pelo envio do material vegetal usado no experimento, e ao Prof. Ms. Marlos José de França do IFC- *Campus* Araquari, pelo fornecimento dos dados meteorológicos regionais.

REFERÊNCIA

- ADAMS, R.P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry**, 4th ed. Carol Stream, IL: Allured Publishing Corp., 2007, 804p.
- AFLATUNI, A.; SARI, J.U.; HOHTOLA, A. Optimum harvesting time of four *Mentha* species in Northland Finland. **Journal of Essential Oil Research**, v.18, p.134-8, 2006.
- BANDONI, A.L.; CZEPAK, M.P. **Os recursos vegetais aromáticos no Brasil: seu aproveitamento para a produção de aromas e sabores**. Vitória: EDUFES, 2008. 623p.
- BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.C.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, p.588-94, 2009.
- CROTEAU, R.B. et al. Menthol biosynthesis and molecular genetics. **Naturwissenschaften**, v.92, p.562-77, 2005.
- DESCHAMPS, C. et al. Avaliação sazonal do rendimento de óleo essencial em espécies de menta. **Ciências Agrotécnicas**, v.32, n.3, p.725-30, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999.
- GERSHERZON, J.; MCCONKEY, M.E.; CROTEAU, R.B. Regulation of monoterpenes accumulation in leaves of peppermint. **Plant Physiology**, v.122, p.205-13, 2000.
- GRACINDO, L.A.M.B. et al. Chemical characterization of mint (*Mentha* spp.) germoplasm at Federal District, Brazil. **Revista Brasileira Plantas Medicináveis**, v. 8, p 5-9, 2006.
- KUMAR, S.S.; SHASHI PANDEY-RAI, S.; RAI, S.K. The cultivation of mints in India. In: LAWRENCE, B.M. **Mint: the genus *Mentha***. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007. p.137-61.
- LAWRENCE, B.M. **Mint: the genus *Mentha***. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007, 547p.
- MONTEIRO, R. **Desenvolvimento de Menta e produção de óleo essencial sob diferentes condições de manejo**. 2009. 80p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- NISSEN, O. **MSTAT-C a microcomputer for design, management, and analysis of agronomic research experiments**. Version 2.1 East Lansing: Michigan State University, 1993. 300p.
- PATEL, T.; ISHIUJI, Y.; YOSIPOVITCH, G. Menthol: A refreshing look at this ancient compound. **Review. Journal of the American Academy of Dermatology**, v.57, p.873-8, 2007.
- PATRA, D.D.; ANWAR, M.; CHAND, S. Integrated nutrient management and waste recycling for restoring soil fertility and productivity in Japanese mint and mustard sequence in Uttar Pradesh, India. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.80, p.267-75, 2000.
- PAULUS, D.; PAULUS, E. Efeito de substratos agrícolas na produção de mudas de hortelã propagadas por estaquia. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.594-7, 2007.
- RAM, M.; KUMAR, S. Yield improvement in the regenerated and transplanted mint *Mentha arvensis* by recycling the organic wastes and manures. **Bioresource Technology**, v.59, n.2, p.141-9, 1998.
- RIOS-ESTEPA, R. et al. A systems biology approach identifies the biochemical mechanisms regulating monoterpenoid essential oil composition in peppermint. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America – PNAS**, v.105, p.2818-23, 2008.
- SINGH, A.K. et al. New practices in the cultivation of the mint *Mentha arvensis* in the Indo-Gangetic plains. **Experimental Agriculture**, v.39, p.199-207, 2003.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Rolas)**, 10.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 400p.
- SRIVASTAVA, R.K. et al. Characteristics of menthol mint *Mentha arvensis* cultivated on industrial scale in the Indo-Gangetic plains. **Industrial Crops and Products**, v.15, p.189-98, 2002.
- VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, D. P.D.J.A. Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, v.11, p.463-71, 1963.
- ZHELJAZKOV, V.D. et al. Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen, growth stage and harvest time. **Agronomy Journal**, v.102, p.124-8, 2010a.
- ZHELJAZKOV, V.D. et al. Yield and composition of oil from Japanese cornmint fresh and dry material harvested successively. **Agronomy Journal**, v.102, p.1652-56, 2010b.