



Compostos orgânicos e elementos minerais como suplementos para o desenvolvimento de mudas de menta

Organic compounds and mineral elements as supplements for the development of mint seedlings

Cristina Batista de Lima¹, Jean Vitor Coutinho², Júlio César Altizani Júnior³, Victor Matheus Martins⁴, Guilherme Augusto Shinozaki⁵

RESUMO: O gênero *Mentha* inclui plantas utilizadas pelas indústrias químicas, farmacêuticas e alimentos, multiplicadas por propagação vegetativa, pois tais plantas produzem um considerável percentual de sementes estéreis. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de diferentes concentrações de compostos orgânicos e dos minerais nitrogênio e boro no desenvolvimento de mudas de menta, produzidas por estaquia. As estacas foram confeccionadas com a parte mediana do ramo, padronizadas com 10 cm de comprimento e três a quatro nós. Nos tratamentos foram utilizadas duas formulações líquidas comerciais, solúveis em água, a primeira contendo carbono orgânico foi utilizada nas doses de 0; 0,025; 0,05; 0,10%. Na segunda com nitrogênio e boro empregou-se as doses de 0; 0,03; 0,06; e 0,12%. Como controle foi utilizada água destilada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (formulações e doses), com quatro repetições de sete estacas para cada tratamento. Foram avaliados o número de folhas, de brotos, altura da parte aérea, comprimento da maior raiz, biomassas das matérias frescas e secas da parte aérea, e do sistema radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5%. Os efeitos das doses de cada formulação foram submetidos à análise de regressão. A adição ao substrato dos minerais nitrogênio e boro nas concentrações 0,03% e 0,06%, logo após a estaquia, pode ser recomendada com o objetivo de estimular a expansão do volume do sistema radicular e desenvolvimento da parte aérea, produzindo mudas de menta com qualidade comercial satisfatória.

Palavras-chave: Estaquia. Hortelã. Nutrição mineral. Plantas Medicinais. Produção de Mudás.

ABSTRACT: Genus *Mentha* includes plants employed by the chemical, pharmaceutical and food industries, multiplied by vegetal propagation. In fact, these plants produce a high percentage of sterile seeds. The performance of different concentrations of organic compounds and of minerals nitrogen and boron in the development of mint seedlings produced by cuttings is evaluated. Cuttings were made by the median section of the branch, 10 cm in length and three to four knots. Treatments comprised two liquid commercial formulations, soluble in water: the first contained organic carbon and used with doses 0; 0.025; 0.05; 0.10%; the second contained nitrogen and boron, with doses 0; 0.03; 0.06; and 0.12%. Control contained distilled water. Experimental design was totally randomized, with factorial scheme 2 x 4 (formulations and doses), with four replications of seven cuttings for each treatment. Number of leaves, buds, height of aerial part, length of the largest root, biomass of fresh and dry material of the aerial part and of root system were evaluated. Data underwent analysis of variance and means grouped by Scott-Knott test at 5%. Effects of doses of each formulation underwent analysis of regression. Addition to substrate of nitrogen and boron at concentrations 0.03% and 0.06%, immediately after cutting, may be recommended to stimulate the expansion of the volume of the root system and the development of the aerial part, with the production of mint seedlings with satisfactory commercial quality.

¹ Professor Associado do Setor de Produção Vegetal na Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), Bandeirantes (PR), Brasil.

² Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), Bandeirantes (PR), Brasil.

³ Mestrando em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP/Esalq), Piracicaba (SP), Brasil.

⁴ Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), Bandeirantes (PR), Brasil.

⁵ Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), Bandeirantes (PR), Brasil.

Keywords: Cuttings. Mint. Mineral nutrition. Medicinal herbs. Production of seedlings.

Autor correspondente:

Cristina Batista de Lima: crislima@uenp.edu.br

Recebido em: 18/08/2020

Aceito em: 17/03/2021

INTRODUÇÃO

2

O gênero *Mentha* é o mais importante da família Lamiaceae com plantas que produzem óleos essenciais empregados nas indústrias alimentícia, farmacêutica, cosmética e de higiene pessoal. São tradicionalmente consumidas e valorizadas como alimento, devido à presença de quantidades significativas de compostos fenólicos antioxidantes. Características morfológicas, citológicas e genéticas mostraram que o gênero *Mentha* pode ser classificado em 42 espécies, 15 híbridos e centenas de subespécies, variedades e cultivares, o que contribui para que nem sempre ocorra um consenso sobre a taxonomia das plantas desse gênero (SALEHI *et al.*, 2018).

No Brasil, que já foi o maior produtor mundial de óleo essencial de menta, essas plantas são popularmente conhecidas como hortelã e cultivadas em todo o território nacional, porém, a produtividade dos cultivos comerciais é prejudicada pelo plantio excessivo na mesma área e práticas conservacionistas insuficientes (MOMENTÉ *et al.*, 2015). Nesse contexto é fundamental a realização de trabalhos que contribuam para a produção satisfatória dessas plantas, incluindo estudos sobre sua propagação, o que permite elaborar tecnologias agrícolas voltadas para o estabelecimento de sistemas de exploração sustentável (MOMENTÉ *et al.*, 2003).

As mentas são ervas perenes propagadas principalmente por meios vegetativos, pois apresentam um considerável número de sementes estéreis, pela infertilidade do grão de pólen e elevada ocorrência de ploidia (SALEHI *et al.*, 2018). A propagação vegetativa permite preservar as características varietais da planta mãe, assegurar a manutenção das características morfológicas e bioquímicas dos diferentes genótipos e obter descendentes com menores alterações nos teores dos princípios ativos, o que aumenta a qualidade do produto final. Além disso, ao fornecer uma população uniforme com maior rendimento de ingrediente ativo por unidade de área, contribui para aumentar a rentabilidade do cultivo (WAMAN; SMITHA; BOHRA, 2019).

As plantas de menta são comercialmente multiplicadas por estacas de ramos, estolões ou brotações de campos de matrizes. Entretanto, o uso de rizomas, estolões ou brotações de campos favorecem o acúmulo de fitopatógenos de várias etiologias. Os estolões produzem mudas de qualidade inferior porque enraízam em contato com o solo, originando mudas de raízes nuas com diferentes idades fisiológicas, que permanecem expostas à incidência de insetos e patógenos até o momento do transplantio (TALANKOVA-SEREDA *et al.*, 2019). Após a colheita, o processo de beneficiamento das mudas produzidas em contato direto com o solo pode danificar as raízes e a parte aérea, ocasionando menor percentual de pegamento, desuniformidade de plantas no campo e retorno financeiro insatisfatório (PAULUS; PAULUS, 2007).

Trabalhos visando a produção de mudas de menta com estacas apicais e medianas retiradas da parte aérea têm demonstrado maior eficiência, no que se refere ao pegamento e sobrevivência das plantas no campo, em comparação com os estolões (PAULUS; PAULUS, 2007; CHAGAS *et al.*, 2008; AMARO *et al.*, 2013). Todavia, vários aspectos da produção de mudas dessas plantas ainda não foram estudados e, se o foram, os resultados não são conclusivos, por isso muitas informações disponíveis originam-se da experiência de produtores e extensionistas (AMARO *et al.*, 2013).

O enraizamento das estacas é o resultado da interação entre fatores genéticos, fitohormônios, carboidratos, compostos fenólicos e estado fisiológico da planta mãe (DAVIES JR.; GENEVE; WILSON, 2017). Substâncias que atuam sobre o metabolismo vegetal como os compostos orgânicos e elementos minerais favorecem a formação de raízes adventícias (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Os compostos orgânicos auxiliam na osmorregulação e capacidade solvente das células, enquanto os minerais, a exemplo do boro, participam como cofatores das auxinas, melhorando os índices de enraizamento e desenvolvimento das mudas (DAVIES JR.; GENEVE; WILSON, 2017).

Todo e qualquer nutriente mineral envolvido nos processos metabólicos da planta, associado à formação do meristema radicular, é essencial para o enraizamento (DAVIES JR.; GENEVE; WILSON, 2017). Nesse sentido, tendo em vista o papel dos nutrientes na síntese de proteínas e de ácidos nucleicos, podemos inferir sobre a atuação do nitrogênio. De acordo com Emer *et al.* (2019), o nitrogênio participa da composição estrutural de macromoléculas e enzimas, sendo um elemento vital para o desenvolvimento das plantas, pois aliado à concentração de carboidratos na estaca, atua no fornecimento de energia para o enraizamento, apoiando a diferenciação, a divisão e o alongamento celular.

Os possíveis incrementos à rizogênese de estacas de ramos retirados de plantas de menta, pela adição no substrato de compostos orgânicos e elementos minerais, não foram abordados na literatura científica. Desse modo, o presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho de diferentes concentrações de compostos orgânicos e dos minerais nitrogênio e boro no desenvolvimento de mudas de menta, produzidas por estaquia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com estacas preparadas a partir de ramos retirados de plantas matrizes em pleno estágio de desenvolvimento vegetativo, existentes na coleção de plantas medicinais do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP/CLM), no município de Bandeirantes (PR). Após a coleta dos ramos, realizada no período da manhã, as estacas foram confeccionadas conforme o descrito por Amaro *et al.* (2013), utilizando-se a parte mediana, no quarto médio próximo ao ápice do ramo, retirando-se ramos e folhas, sendo padronizadas com 10 cm de comprimento e três a quatro nós. Não foi realizado nenhum processo de desinfestação das estacas.

Como tratamento foram utilizadas duas formulações líquidas comerciais, solúveis em água, recomendadas para fertilização, visando o desenvolvimento vegetativo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A primeira fórmula foi escolhida em função da presença de compostos orgânicos em sua composição, elaborada com carbono orgânico total (18%), ácidos fúlvicos (27%), ácidos húmicos (3%), aminoácidos (1%) e ferro (0,02%), com recomendação para uso na dose de 0,05%. A segunda fórmula foi selecionada por conter apenas os elementos minerais nitrogênio (2%) e boro (0,5%), sendo indicado seu uso na dose de 0,06%.

As doses utilizadas no presente trabalho foram estipuladas a partir das doses indicadas nos rótulos dos produtos, fazendo-se a diluição em água destilada, a fim de se utilizar para cada formulação proporções correspondentes a ½, 1 e 2 doses. Desse modo, a primeira formulação foi utilizada nas doses de 0; 0,025; 0,05; 0,10% e a segunda nas doses de 0; 0,03; 0,06; e 0,12%. Como controle (dose 0), foi utilizada água destilada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (2 formulações e 4 doses), contendo quatro repetições de sete estacas para cada tratamento.

A estaquia foi realizada em recipientes plásticos transparentes com capacidade de 300 mL, com três furos de 0,5 cm de diâmetro para drenagem. Esses recipientes foram previamente preenchidos com substrato preparado seguindo o proposto por Amaro *et al.* (2013). Para tanto, utilizou-se areia comercial de textura média, vermicomposto Bela Vista® e solo de barranco de textura argilosa (71% de argila, 3% de areia e 26% de silte), coletado na área da fazenda escola, na proporção de 1:1:2 (areia, vermicomposto e solo).

O substrato apresentou como características químicas: pH 6,2 em CaCl₂; condutividade elétrica 0,41 mS cm⁻¹; matéria orgânica 10,7 g kg⁻¹; P 47,1 mg dm⁻³; K 0,43 cmolc dm⁻³; Ca 4,7 cmolc dm⁻³; Mg 1,7 cmolc dm⁻³; H+Al 2,42 cmolc dm⁻³; SB 6,83 cmolc dm⁻³; CTC 9,25 cmolc dm⁻³; V(%) 73,8. Para as características físicas os resultados foram: densidade úmida 1134,9 kg m⁻³; densidade seca 957,6 kg m⁻³; umidade atual 15,6%; porosidade total 64,3%; espaço de aeração 11,8%; água facilmente disponível 20,5%; água tamponante 6,2%; água remanescente 25,8%; e capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinada em base volumétrica, respectivamente 52,5%, 32,0% e 25,8%.

Logo após a estaquia, cada recipiente foi irrigado com 100 mL de cada solução/dose conforme o tratamento. No tratamento controle (dose 0) adicionou-se 100 mL de água. Durante a condução do experimento, os recipientes permaneceram sobre uma bancada, dentro de uma estufa plástica para cultivo agrícola, modelo arco. Os tratamentos foram adicionados uma única vez, logo após o plantio das estacas. A irrigação teve início no dia posterior ao da instalação, ocorrendo diariamente pela manhã e à tarde, fornecendo-se água via nebulização até que fosse visível o início do gotejamento do excedente, pelos orifícios de drenagem dos recipientes. Aos 67 dias após a estaquia, as mudas foram coletadas, sendo realizadas as avaliações do número de folhas (NF), número de brotos (NB), altura da parte aérea (APA), comprimento da maior raiz (CMR), biomassas das matérias frescas da parte aérea (BMFPA), do sistema radicular (BMFSR) e biomassas das matérias secas da parte aérea (BMSPA) e do sistema radicular (BMSSR). Para realização da secagem, o material fresco da parte aérea e do sistema radicular

foi separado em embalagens de papel kraft, individualmente para cada estaca, sendo mantidos em estufa de circulação de ar forçada, na temperatura de 60 °C, até a obtenção de massa constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5%. Os efeitos das doses de cada formulação também foram submetidos à análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o *software* estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi possível observar interação significativa entre as formulações e doses, para nenhuma das variáveis avaliadas, portanto, foi estudado o efeito isolado de cada fator. O percentual médio de enraizamento foi de 34,3%, evidenciando uma elevada taxa de mortalidade das estacas, independente do tratamento utilizado (Tabela 1). Segundo Davies Jr., Geneve e Wilson (2017), existem duas hipóteses para explicar o difícil enraizamento em estacas: a primeira relacionada à ausência de cofatores de enraizamento em quantidades suficientes e a segunda referente à presença de inibidores em concentrações suficientes para anular a ação das substâncias promotoras. Dessa forma, um bom enraizamento de estacas requer a presença quantitativa e qualitativa de cofatores que, em combinação com as auxinas, promovem a rizogênese.

Tabela 1. Percentuais médios de enraizamento (ENR), número de brotos (NB), número de folhas (NF), altura da parte aérea (APA), comprimento da maior raiz (CMR), biomassas: matéria fresca da parte aérea (MFPA), sistema radicular (MFSR), da matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) de mudas de menta, produzidas a partir de estacas apicais com adição de suplementos ao substrato. UENP-CLM, Bandeirantes (PR), 2020

SUPLE	ENR	NB	NF	APA ----- cm -----	CMR	MFPA ----- g -----	MFSR	MSPA	MSSR
CO	38,6 a	2,9 a	39,2 a	8,3 a	21,2 a	3,87 b	5,58 b	0,72 b	0,97 b
N e B	35,7 a	3,8 a	43,3 a	9,4 a	19,4 b	4,39 a	7,77 a	0,83 a	1,54 a
Água	28,6 a	2,8 a	40,3 a	8,2 a	17,9 b	3,46 b	5,62 b	0,65 b	0,98 b
CV (%)	24,7 ^{ns}	29,7 ^{ns}	18,5 ^{ns}	26,5 ^{ns}	12,3 ^{**}	18,7 [*]	30,4 [*]	21,0 [*]	52,3 [*]

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott a 5%; SUPLE = suplementos; CO = compostos orgânicos; N e B = nitrogênio e boro; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; * significativo a 5%; ** significativo a 1%.

A formulação contendo compostos orgânicos favoreceu o crescimento da maior raiz, enquanto os elementos nitrogênio e boro contribuíram para as maiores médias em relação às biomassas frescas e secas tanto da parte aérea, quanto do sistema radicular (Tabela 1). Esse resultado indica a contribuição dos compostos orgânicos para o crescimento da raiz principal, assim como evidencia a importância do nitrogênio e do boro para o aumento da capacidade fotossintética, estimulando o desenvolvimento vegetativo e a qualidade final das mudas. De acordo com Ferreira *et al.* (2019), o nitrogênio, que é precursor da auxina, está presente no trifosfato de adenosina (ATP), na molécula de clorofila, nas proteínas e em enzimas, fazendo

com que este nutriente participe da composição de várias biomoléculas, promovendo o crescimento foliar que resulta em uma maior superfície fotossintética.

Na literatura acadêmica, não se encontram pesquisas específicas sobre a atuação do nitrogênio na formação de raízes adventícias, em estacas de plantas do gênero *Mentha*. Entretanto, Zerche e Druege (2009) verificaram melhor desenvolvimento do sistema radicular em estacas da planta ornamental poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*), com o aumento de nitrogênio, como reflexo da correlação positiva entre a concentração de nitrogênio e parâmetros como número e comprimento de raiz. O boro participa do desenvolvimento da parede celular, do metabolismo do ácido ribonucleico, na síntese de ácidos nucleicos, nas respostas hormonais, na regulação do ciclo celular e como cofator no processo de formação das raízes adventícias, podendo contribuir para o aumento da taxa de enraizamento e auxiliar na expansão do sistema radicular (CUNHA *et al.*, 2009). Após a ação das auxinas no alongamento celular, o boro facilita o transporte pelas membranas, bem como contribui para a manutenção da sua integridade. Assim, pode-se sugerir que as auxinas induzem e promovem a formação de raízes, enquanto o boro age sobre o crescimento e expansão do sistema radicular (TAIZ *et al.*, 2017).

Parte da matéria seca acumulada pelas mudas depende da absorção de nutrientes presentes no substrato, portanto o ganho em biomassa está diretamente relacionado com os processos fisiológicos que ocorrem nas estacas após o enraizamento, que, por sua vez, dependem da capacidade de transformação dos tecidos e do suprimento das reservas armazenadas. Araújo *et al.* (2017) relataram que a relação entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular é de fundamental importância para a organização e funcionamento dos processos fisiológicos com consequente desenvolvimento das mudas.

A suplementação com compostos orgânicos pode ter provocado o aumento do teor de carbono no substrato a níveis não aceitáveis, justificando os percentuais de biomassas frescas e secas, próximos aos resultados do tratamento controle (Tabela 1). De acordo com Davies Jr., Geneve e Wilson (2017), existe uma relação entre o potencial de enraizamento e o conteúdo de carbono presentes nas estacas, que deve estar em equilíbrio com a quantidade de auxina. Se a presença de ácidos fenólicos estiver em excesso nos compostos orgânicos, pode ocorrer a necrose dos tecidos dificultando o enraizamento e ocasionando a morte da estaca.

Não foi possível verificar um ajuste significativo a um modelo de regressão para os dados obtidos com as mudas produzidas após a suplementação com compostos orgânicos. Entretanto, as biomassas das matérias frescas e secas da parte aérea e do sistema radicular produzidas com o fornecimento de nitrogênio e boro ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial quadrático (Figura 1).

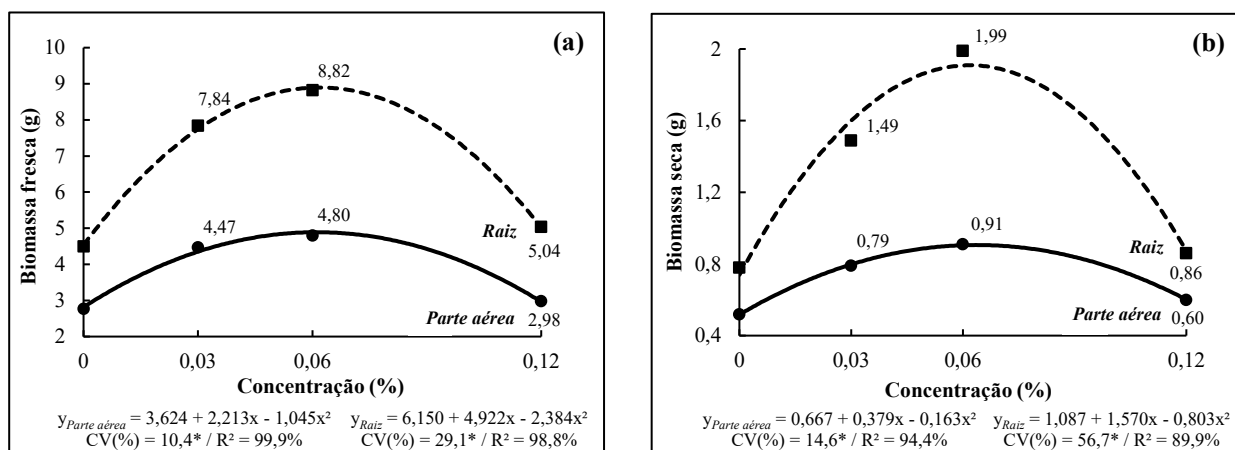


Figura 1. Biomassas das matérias frescas (a) e secas (b) da parte aérea e do sistema radicular de mudas de menta, produzidas a partir de estacas tratadas com soluções contendo diferentes concentrações de nitrogênio e boro. UENP-CLM, Bandeirantes (PR), 2020.

O desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular foi favorecido conforme o aumento da dose da formulação com nitrogênio e boro, até a concentração recomendada pelo fabricante (0,06%), porém, com o uso da maior dose (0,12%) observou-se uma redução significativa do crescimento das mudas (Figura 1). A maior concentração de nitrogênio e boro (0,12%) pode ter limitado o desenvolvimento das estacas, pois, conforme Ferreira *et al.* (2019), quando existe excesso de nutrientes no substrato, pode ocorrer um desequilíbrio na relação entre tais minerais e o carbono presente nas estacas capaz de limitar o crescimento radicular.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com o descrito por Cunha *et al.* (2009), no sentido de que a interação entre a quantidade de carboidratos, auxinas e compostos metabólicos presentes na estaca com os componentes químicos e orgânicos do substrato é fundamental para o início da rizogênese e a velocidade com que ocorre a formação das raízes adventícias. Além disso, os resultados sinalizaram um possível prejuízo ao desenvolvimento das mudas de menta, conforme o aumento das concentrações de suplementos minerais no substrato. De acordo com Araújo *et al.* (2017), em função da exigência nutricional dos vegetais variar consideravelmente, e a estreita relação entre o nível adequado e o tóxico, a utilização desses elementos deve ser efetuada com cautela.

O suplemento composto por nitrogênio e boro promoveu visíveis melhorias qualitativas quanto à expansão da parte aérea e do sistema radicular, acarretando maior desenvolvimento das mudas de menta em relação à adição de compostos orgânicos e, também, em comparação com o tratamento controle (Figura 2).

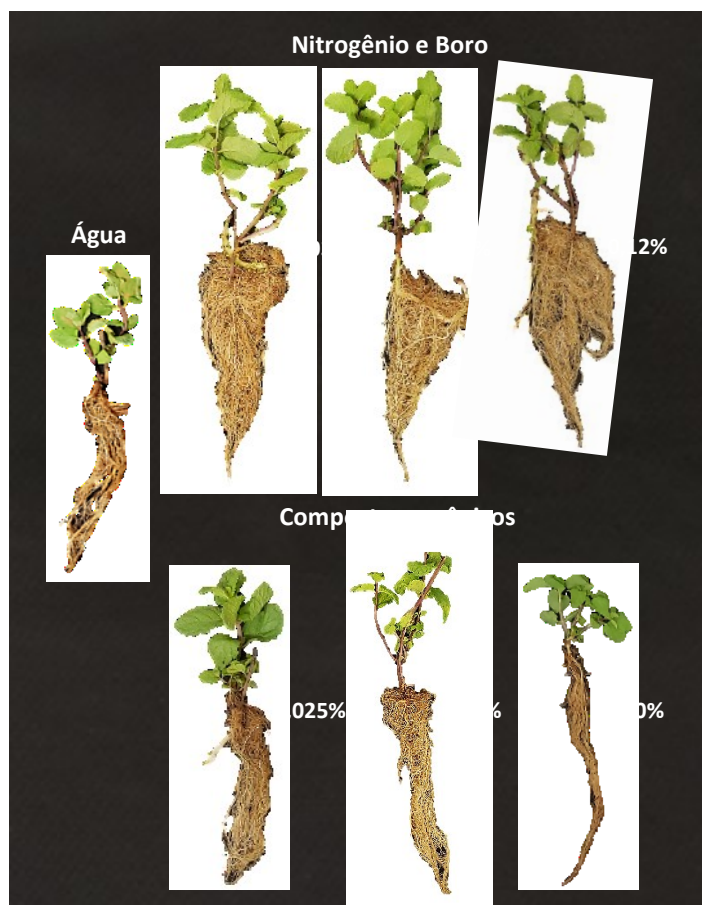


Figura 2. Aspecto visual das mudas de menta produzidas por estaquia com adição no substrato, de diferentes doses de uma formulação com nitrogênio e boro, e outra formulação rica em compostos orgânicos. UENP-CLM, Bandeirantes (PR), 2020.

O maior volume do sistema radicular e seu equilíbrio com a parte aérea pode contribuir para aumentar o percentual de sobrevivência das mudas no campo, após o transplantio. Segundo Lima, Boaventura e Jorge (2013), um maior teor de matéria seca favorece a retomada do desenvolvimento das mudas após o estresse decorrente do transplantio. A biomassa da matéria seca das raízes tem sido reconhecida como um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo (FERREIRA *et al.*, 2019). Desse modo, as mudas rapidamente se adaptam às condições de campo e estabelecem plantas com padrões agrônômicos superiores.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que, possivelmente, as estacas enraizadas possuíam quantidades de carboidratos e auxinas suficientes para o início da formação de raízes e que a adição de nitrogênio e boro atuou como cofator. De acordo com Davies Jr., Geneve e Wilson (2017), um bom enraizamento de estacas requer a presença quantitativa e qualitativa de cofatores que, em combinação com as auxinas, propiciem o processo de rizogênese. Os minerais nitrogênio e boro, mesmo não favorecendo o aumento direto no percentual de sobrevivência das estacas, foram importantes para estimular o desenvolvimento vegetativo das estacas e produzir mudas de menta com qualidade comercial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição ao substrato dos minerais nitrogênio e boro nas concentrações 0,03% e 0,06%, logo após a estaquia, pode ser recomendada com o objetivo de estimular a expansão do volume do sistema radicular e desenvolvimento da parte aérea, produzindo mudas de menta com qualidade comercial.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao CNPq, à Fundação Araucária e à UENP, pela concessão das bolsas de mestrado, iniciação científica e inovação tecnológica aos coautores.

REFERÊNCIAS

- AMARO, H. T. R.; SILVEIRA, J. R.; DAVID, A. M. S. S.; RESENDE, M. A. V.; ANDRADE, J. A. S. Tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa da menta (*Mentha arvensis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 3, p. 313-318, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722013000300001>.
- ARAÚJO, M. S.; MELO, M. A.; HODECKER, B. E. R.; BARRETO, V. C. M.; ROCHA, E. C. Adubação com boro no crescimento de mudas de mogno-africano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 1-7, 2017. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2183>.
- CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NALON, F. H. Produção de mudas de hortelã-japonesa em função da idade e de diferentes tipos de estaca. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2157-216, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800011>.
- CUNHA, A. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 58, p. 35-45, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.58.35>.
- DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L.; WILSON, S. B. **Hartmann & Kester's Plant propagation: principles and practices**. 9. ed. New York: Pearson, 2017. 1024p.
- EMER, A. A.; AVRELLA, E. D.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G. Nitrogen fertilization for minitrains of *Campomanesia aurea* O. Berg and its influence on productivity and rooting of minicuttings at different seasons of the year. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, e5632, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5632>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- FERREIRA, K. S.; RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; MOREIRA, S. G.; FERREIRA, E. V. O.; BARBOSA, M. A. P. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio.

Colloquium Agrariae, v. 15, n. 2, p. 37-50, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n2.a283>.

LIMA, C. B.; BOAVENTURA, A. C.; JORGE, A. P. Substratos, recipientes e concentrações de fertilizante orgânico na estaquia de *Lippia alba* (Mill.), *Ocimum gratissimum* L. e *Mikania laevigata* Sch. Bip. **Científica**, v. 41, n. 2, p. 199-208, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2013v41n2p199-208>.

MOMENTÉ, V. G.; BEZERRA, A. M. E.; INNECCO, R.; LEDO, A. S.; ALVES, M. C. S. Crescimento inicial de mudas de mentrasto “forma florífera”. **Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, p. 5-10, 2003.

MOMENTÉ, V. G.; FERREIRA, T. A.; BRITO, M. A.; LOPES, D. A. P. S.; SOUSA NETO, G. D.; NASCIMENTO, I. R. Influência do tipo de estaca na propagação vegetativa de hortelã (*Mentha arvensis* L.) no Sul do estado do Tocantins. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 3, p. 46-51, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i3.641>.

OLIVEIRA, A. C. L.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; BIANCHINI, F. G. Produção de mudas de dois genótipos de alecrim-de-tabuleiro (*Lippia gracilis* Schauer) em função de fertilizante mineral, calcário, substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 1, p. 35-42, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000100006>.

PAULUS, D.; PAULUS, E. Efeito de substratos agrícolas na produção de mudas de hortelã propagadas por estaquia. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 594-597, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000400020>.

SALEHI, B.; STOJANOVIĆ-RADIĆ, Z.; MATEJIĆ, J.; SHAROPOV, F.; ANTOLAK, H.; KRĘGIEL, D.; SEN, S.; SHARIFI-RAD, M.; ACHARYA, K.; SHARIFI-RAD, R.; MARTORELL, M.; SUREDA, A.; MARTINS, N.; SHARIFI-RAD, J. Plants of Genus *Mentha*: From Farm to Food Factory. **Plants**, v. 7, n. 3, 70, p. 1-36, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants7030070>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TALANKOVA-SEREDA, T. E.; KOLOMIETS, J. V.; HOLUBENKO, A. V.; NUZHYN, N. V. The influence of clonal micropropagation on productivity and differentiation of *Mentha piperita* plant tissues. **Regulatory Mechanisms in Biosystems**, v. 10, n. 3, p. 337-344, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15421/021952>.

WAMAN, A. A.; SMITHA, G. R.; BOHRA, P. A Review on Clonal Propagation of Medicinal and Aromatic Plants through Stem Cuttings for Promoting their Cultivation and Conservation. **Current Agriculture Research Journal**, v. 7, n. 2, p. 122-138, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.12944/CARJ.7.2.01>.

ZERCHE, S.; DRUEGE, U. Nitrogen content determines adventitious rooting in *Euphorbia pulcherrima* under adequate light independently of pre-rooting carbohydrate depletion of cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 121, n. 3, p. 340-347, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.02.012>.