



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



TAMIRES PEREIRA DE SOUZA DINIZ

**CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO *IN*
VITRO DE TOMILHO (*Thymus vulgaris*)**

**UBERLÂNDIA-MG
Dezembro - 2025**

TAMIRES PEREIRA DE SOUZA DINIZ

**CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO *IN*
VITRO DE TOMILHO (*Thymus vulgaris*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Profª. Dra. Rayssa Camargo de
Oliveira

**UBERLÂNDIA-MG
Dezembro- 2025**

TAMIREZ PEREIRA DE SOUZA DINIZ

**CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO *IN*
VITRO DE TOMILHO (*Thymus vulgaris*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheira Agrônoma.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Rayssa Camargo de Oliveira
Orientadora

Eng. Agr. João Vitor Fonseca Sales
Membro da Banca

Eng. Agr. Laura Martins Vinhais
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar, antes de tudo, minha gratidão a Deus, por me conduzir e fortalecer em cada etapa desta caminhada acadêmica. Agradeço com todo o coração à minha família, especialmente aos que sempre estiveram ao meu lado com amor, apoio e incentivo incondicional.

Meu sincero agradecimento à minha professora orientadora, Rayssa Camargo de Oliveira, por acreditar em meu potencial, pela paciência, dedicação e por todo o conhecimento compartilhado ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, estendo minha gratidão à banca avaliadora pela atenção e pelo tempo dedicado à leitura e análise deste trabalho. Cada contribuição foi essencial para o meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

O tomilho (*Thymus vulgaris*) é uma espécie aromática de grande importância culinária e medicinal, cujas propriedades terapêuticas incluem ação antioxidante, anti-inflamatória e expectorante. Considerando a necessidade de protocolos eficientes para a propagação *in vitro* dessa espécie, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de plântulas de tomilho sob diferentes concentrações do meio de cultura MS. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos da Universidade Federal de Uberlândia, utilizando sementes como explantes e delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos: T1 (50% MS), T2 (75% MS) e T3 (100% MS). Os meios foram suplementados com sacarose, ágar, ajustados para pH 5,7 e posteriormente submetidos à autoclavagem. As sementes de tomilho foram cultivadas em condições controladas de temperatura, fotoperíodo e luminosidade, sendo avaliados, aos 30 dias, parâmetros como número de folhas, índice SPAD, massa fresca e seca, além do comprimento da parte aérea e radicular das plântulas. Os resultados indicaram que a concentração de 75% de sais MS proporcionou maior produção de folhas e matéria seca, configurando-se como a mais adequada para a micropropagação da espécie. Observou-se ainda que concentrações reduzidas (75%) favoreceram maior comprimento de parte aérea em relação ao meio padrão (100%), sugerindo potencial economia de sais. Conclui-se que a utilização de 75% do meio MS representa uma alternativa viável para o cultivo *in vitro* de tomilho, conciliando eficiência no crescimento e sustentabilidade em programas de produção comercial visando óleo essencial dessa espécie.

Palavras-Chave: Meio de cultura; Micropropagação; Planta medicinal; Planta aromática.

ABSTRACT

Thyme (*Thymus vulgaris*) is an aromatic species of great culinary and medicinal importance, whose therapeutic properties include antioxidant, anti-inflammatory, and expectorant actions. Considering the need for efficient protocols for the *in vitro* propagation of this species, this study aimed to evaluate the development of thyme seedlings under different concentrations of MS culture medium. The experiment was conducted at the Tissue Culture Laboratory of the Federal University of Uberlândia, using seeds as explants and a completely randomized design with three treatments: T1 (50% MS), T2 (75% MS), and T3 (100% MS). The media were supplemented with sucrose and agar, adjusted to pH 5.7, and autoclaved. The seeds of tomilho were cultivated under controlled conditions of temperature, photoperiod, and light intensity, and parameters such as leaf number, SPAD index, fresh and dry mass, as well as shoot and root length of seedlings were evaluated after 30 days. The results indicated that the concentration of 75% MS salts provided greater leaf production and dry matter accumulation, proving to be the most suitable for micropropagation of the species. It was also observed that reduced concentrations (75%) promoted greater shoot length compared to the standard medium (100%), suggesting potential salt savings. It is concluded that the use of 75% MS medium represents a viable alternative for *in vitro* cultivation of thyme, combining growth efficiency and sustainability in commercial production programs aimed at essential oil production.

Keywords: Culture medium; Micropropagation; Medicinal plant; Aromatic plant.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVO GERAL	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÃO	20
6. REFERÊNCIAS	21

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente por matéria-prima de qualidade e padronizada tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas de propagação mais eficientes, sendo a micropropagação uma alternativa promissora para atender ao mercado de plantas medicinais. Nesse contexto, o cultivo *in vitro* permite a obtenção de mudas uniformes, livres de patógenos e em menor tempo, superando limitações da propagação convencional (RUBIN et al., 2007).

A composição do meio de cultura, especialmente a concentração de sais minerais, é um fator determinante para o sucesso da micropropagação de espécies vegetais, uma vez que os nutrientes fornecidos influenciam diretamente os processos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento das plântulas. O meio MS (Murashige e Skoog) é amplamente utilizado como base nutricional em protocolos de cultura de tecidos, porém sua concentração padrão nem sempre representa a condição ótima para todas as espécies, sendo necessária a otimização conforme as exigências nutricionais específicas de cada planta (ANDRADE, 2002). A avaliação de diferentes concentrações de sais permite identificar o equilíbrio ideal entre disponibilidade de nutrientes e pressão osmótica do meio, maximizando a eficiência da micropropagação (TORRES et al., 2000; GROLL et al., 2002, FADEL et al., 2010, REZALI et al., 2017).

Além dos benefícios técnicos e biológicos, a otimização da concentração de sais no meio de cultura apresenta relevância econômica significativa para laboratórios de cultura de tecidos e empresas produtoras de mudas. A redução da quantidade de reagentes utilizados sem comprometer a qualidade das plântulas produzidas representa uma estratégia sustentável e economicamente viável, contribuindo para a redução de custos nos programas comerciais de micropropagação. A crescente demanda por óleo essencial de tomilho na indústria alimentícia, especialmente para aplicação como antimicrobiano natural em substituição a conservantes sintéticos como nitratos e nitritos, reforça a importância da produção eficiente de mudas de alta qualidade (SOUZA, 2024).

Além da contribuição econômica direta, os resultados favorecem a sustentabilidade ambiental ao reduzir o consumo de reagentes químicos e a geração de resíduos laboratoriais, minimizando o impacto ecológico da atividade de

micropropagação e alinhando-se aos princípios da química verde e produção mais limpa. A redução de custos facilita significativamente a transferência tecnológica para pequenos e médios produtores, cooperativas agrícolas e viveiros, democratizando o acesso à biotecnologia vegetal e tornando a técnica economicamente viável para empreendimentos de menor escala que anteriormente enfrentavam barreiras financeiras para implementação.

Os parâmetros otimizados estabelecidos neste estudo podem servir de referência metodológica para pesquisas futuras com outras espécies vegetais de interesse agrônomo e medicinal, contribuindo para o avanço do conhecimento em cultura de tecidos vegetais. Adicionalmente, a pesquisa demonstra a importância da análise crítica e otimização de protocolos convencionais, estimulando uma abordagem mais econômica e eficiente nos laboratórios de biotecnologia, onde frequentemente os protocolos são replicados sem questionamento quanto à possibilidade de redução de insumos sem perda de eficiência produtiva.

Portanto, justifica-se a necessidade de estudos que avaliem diferentes concentrações do meio MS para o cultivo *in vitro* de tomilho, visando estabelecer protocolos eficientes que conciliem produtividade, qualidade do material vegetal e sustentabilidade econômica.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de três diferentes concentrações do meio de cultura MS (Murashige e Skoog) – 50%, 75% e 100% – sobre o desenvolvimento morfológico e o crescimento *in vitro* de plântulas de tomilho (*Thymus vulgaris*), visando determinar a concentração ótima de sais e nutrientes que proporciona melhor biometria e eficiência na micropropagação da espécie.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O tomilho (*Thymus vulgaris* L.) representa uma espécie condimentar, aromática e com aplicações medicinais, cuja folhagem e hastes novas são extensivamente utilizadas na gastronomia como tempero (SOUZA., 2024). Esta espécie também é utilizada na fabricação de fragrâncias, pesticidas e como flavorizante natural em bebidas destiladas. O timol, substância presente em seu óleo essencial, constitui um componente relevante em produtos de higiene bucal. Adicionalmente, é tradicionalmente empregado na medicina tradicional por suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, expectorantes, adstringentes, auxiliares da digestão, antiespasmódicas, antitussígenas, antissépticas e antifúngicas (DINIZ et al., 2023; MUSSALAMA et al., 2023).

Estudos têm demonstrado o potencial do óleo essencial de tomilho como conservante natural na indústria de alimentos, apresentando eficácia antimicrobiana contra patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., especialmente quando encapsulado em sistemas de liberação controlada (SOUZA., 2024; DINIZ et al., 2023).

Em razão da ampla aceitação das plantas medicinais, aromáticas e condimentares nos setores culinário, farmacêutico, químico agrícola e da medicina natural, tem havido um crescente investimento em estudos científicos visando expandir o conhecimento acerca dos compostos fitoterápicos existentes nas espécies de maior relevância (MUSSALAMA et al., 2023).

A família Lamiaceae, à qual o tomilho pertence, apresenta distribuição mundial e é reconhecida por sua grande relevância tanto medicinal quanto condimentar, especialmente devido à presença de óleos essenciais aromáticos. Estes óleos encontram aplicações na gastronomia, na indústria de fragrâncias e também como aromatizantes de bebidas alcoólicas.

O tomilho, cientificamente denominado *Thymus vulgaris* L., é uma planta cujo óleo essencial contém diversos compostos ativos, incluindo timol, carvacrol, cimol, borneol, linalol, cimenol e pineno, além de apresentar taninos em sua composição. O tomilho é uma erva aromática nativa da região do Mediterrâneo, abrangendo o sul da Europa, o norte da África e partes do oeste da Ásia, sendo bem adaptado e cultivado no

Brasil. (DINIZ et al., 2023).

Há séculos, diversas comunidades ao redor do mundo utilizam espécies vegetais com características medicinais e aromáticas como o tomilho visando aprimorar o bem-estar coletivo. A técnica de cultivo de tecidos vegetais é aplicada tanto para a conservação do material genético quanto para a multiplicação em escala comercial de espécies medicinais (RUBIN et al., 2007).

A técnica de micropropagação visa também produzir mudas com características agronômicas favoráveis, homogêneas, certificadas, isentas de microrganismos patogênicos e com elevada qualidade genética para a síntese de compostos secundários e/ou geração de óleos essenciais destinados à aplicação no setor farmacêutico (TORRES et al., 2000).

Estudos têm demonstrado a eficiência da micropropagação em espécies da família Lamiaceae, como o manjeriço, evidenciando o potencial dessa técnica para outras plantas aromáticas e medicinais da mesma família, incluindo o tomilho (OLIVEIRA, 2020). A composição do meio de cultura, é um fator determinante para o sucesso da micropropagação, sendo necessário avaliar diferentes formulações para otimizar o desenvolvimento das plântulas, fornecendo os nutrientes essenciais específicos para cada espécie vegetal e evitando desperdícios (TORRES et al., 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de Biotecnologia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia utilizando sementes de tomilho (*Thymus vulgaris*), procedentes da marca Topseed. As sementes foram desinfetadas em álcool 70% por 1 minuto e, em seguida, em solução de hipoclorito de sódio a 30% por 20 minutos. Em seguida, foram lavadas três vezes com água destilada e autoclavadas em câmara de fluxo laminar (Figura 1A).



Figura 1: Assepsia e inoculação dos explantes em tubo de ensaios contendo meio de cultura (A). Avaliação final e coleta dos dados do experimento (B).

O meio de cultura foi composto por sais de MS (MURASHIGE., SKOOG, 1962) (**Quadro 1**), referentes ao meio de cultura de Murashige e Skoog, uma solução de cultura de tecido vegetal amplamente utilizada em laboratórios de biotecnologia onde mostra os teores desses sais e 30g de sacarose como fonte de carbono mais 7 g L^{-1} de ágar como agente geleificante e sais em três concentrações.

T1: 50% da concentração de sais MS

T2: 75% da concentração de sais MS

T3: 100% da concentração de sais MS (controle)

Quadro 1-Composição meio de cultura MS (MURASHIGE & SKOOG,1962)

Solução estoque	Compostos	Concentração da Solução estoque (mg.L^{-1})	Volume da solução estoque adicionada ao meio (mg.L^{-1})	Concentração final (mg.L^{-1})
A	NH_4NO_3	82500	20	1650

B	KNO ₃	95000	20	1900
C	H ₃ BO ₃	1240	5	6,2
	KH ₂ PO ₄	34000		170
	KL	166		0,83
	NaMoO ₄ .2H ₂ O	50		0,25
	CoCl ₂ .2H ₂ O	5		0,025
D(MS)	CaCl ₂ .2H ₂ O	17600	25	440
E	MgSO ₄ .7H ₂ O	74000	5	370
	MnSO ₄ .4H ₂ O	3378,20		22,3
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	1720		8,6
	CuSO ₄ .5H ₂ O	5		0,025
F(MS)	Na ₂ EDTA.2H ₂ O	7450	5,0	37,25
	FeSO ₄ .7H ₂ O	5570		27,85
Vitaminas	Tiamina (HCl)	10	10	0,5
	Ác. Nicotínico	50		0,5
	Piridoxina(HCl)	50		0,5
Hexitol	Mio-inositol	2000	50,0	100
Aminoácido	Glicina	80	25,0	2,0
Açúcar	Sacarose	30g	---	30.000
Ágar(0,7%)	Ágar	7g	---	7.000
pH=5,7	---	---	---	---

O pH foi ajustado para 5,7 antes da autoclavagem a 121°C e 1,2 atm por 20 minutos. Em seguida, as sementes foram inoculadas em tubos de vidro transparente contendo 10 mL de meio de cultura, com tampas sem trocas gasosas e colocados em sala de crescimento para desenvolvimento de mudas por 35 dias. A sala de crescimento (figura 2B) foi mantida sob fotoperíodo de 16 horas por dia a uma temperatura de 25±2°C, com intensidade luminosa de 25 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

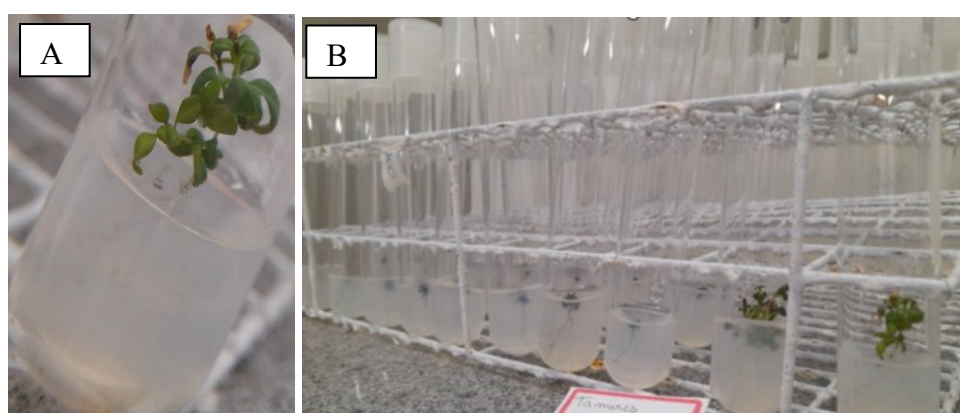


Figura 2: A- Plântula *in vitro* de tomilho B- Vista geral do experimento.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, composto por 3 tratamentos e 33 repetições. Cada parcela experimental foi composta por 1 tubo de ensaio contendo 2 explantes (Figura 2A). Decorridos 35 dias após a inoculação, foram avaliadas as seguintes características: número de folhas, índice SPAD, comprimento da parte aérea e radicular (cm), massa fresca e seca (g)(Figura 3).



Figura 3: Amostra representativa com bom desempenho morfológico.

2.2 Análise estatística

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o objetivo de verificar se existiam diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, entre as diferentes concentrações de sais do meio MS (50%, 75% e 100%). Quando foi identificada significância estatística pelo teste F a 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para a comparação das médias.

O teste de Tukey foi escolhido por sua eficiência em detectar diferenças estatísticas entre pares de médias, permitindo identificar qual concentração de sais proporcionou melhor desempenho no desenvolvimento das plântulas. A adoção do nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) seguiu o padrão recomendado para trabalhos científicos da área, conferindo rigor estatístico às conclusões do estudo. Esse procedimento permitiu avaliar com segurança a influência das diferentes concentrações de nutrientes do meio de cultura no crescimento vegetativo, acúmulo de biomassa e

desenvolvimento radicular do tomilho cultivado *in vitro*, validando a identificação do tratamento mais adequado para a micropropagação da espécie (FERREIRA., 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do resumo da análise de variância (Tabela 1), observa-se que houve diferença significativa nas variáveis números de folhas (FOL), comprimento de parte aérea (AER) e massa seca das plântulas (MSE). Já para as características índice SPAD, comprimento de parte radicular (RAD) e massa fresca das plântulas (MFR) não houve diferença significativa entre as médias.

Tabela 1: Resumo da análise de variância das características número de folhas (FOL), índice SPAD, comprimento da parte aérea (AER) e radicular (RAD), massa fresca (MFR) e seca (MSE) das plântulas desenvolvidas de *Thymus vulgaris in vitro* em diferentes concentrações de meio MS. Uberlândia-MG, 2025.

FV	GL	FOL	SPAD	AER	RAD	MFR	MSE
[MS]	2	0,0013*	0,1790	0.0365*	0.2769	0.7692	0,0006*
Média geral		12,75	8,81	1,6289	0,8053	0,0831	0,0054

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, ^{ns} não significativo pelo teste F.

A análise comparativa dos valores obtidos entre os diferentes tratamentos revelou variações significativas no desenvolvimento das plântulas de tomilho em função das concentrações de sais do meio MS. O tratamento com 75% de sais MS apresentou superioridade em relação aos demais, particularmente no número de folhas (9,7 folhas) e massa seca (0,012 g), enquanto o tratamento com 50% de sais MS demonstrou os menores valores para a maioria das variáveis avaliadas, evidenciando deficiência nutricional. O distanciamento entre os valores do tratamento intermediário (75%) e o controle (100%) foi relativamente pequeno em algumas variáveis, como comprimento radicular (2,2 cm e 2,6 cm, respectivamente), sugerindo que a redução de 25% na concentração de sais não compromete significativamente o desenvolvimento das plântulas (Figura 4).

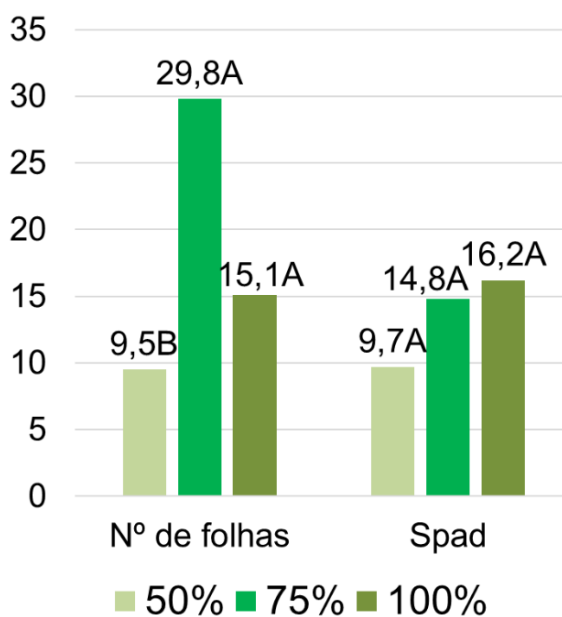


Figura 4: Número de folhas e índice SPAD das plântulas de tomilho *in vitro*. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Observou-se que o comprimento da parte aérea apresentou comportamento inverso ao esperado, com o tratamento de 75% de sais MS (2,1 cm) superando o controle de 100% (0,7 cm), evidenciando um distanciamento expressivo de aproximadamente 200% entre esses valores. Este resultado indica que concentrações elevadas de sais podem exercer efeito inibitório sobre o alongamento celular, possivelmente devido ao estresse osmótico provocado pelo excesso de solutos no meio de cultura. Por outro lado, a concentração de 50% resultou em comprimento da parte aérea de apenas 1,2 cm, valor intermediário que reforça a hipótese de que tanto a deficiência quanto o excesso de nutrientes são prejudiciais ao desenvolvimento vegetativo ideal do tomilho (Figura 5).

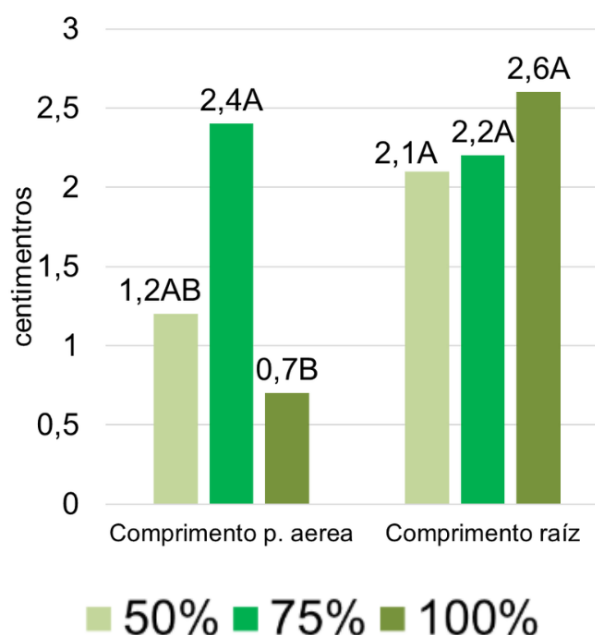


Figura 5: Comprimento da parte aérea e comprimento de raiz das plântulas de tomilho *in vitro*. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A magnitude das diferenças observadas entre os tratamentos, especialmente quando comparados os extremos (50% e 100%), demonstra a importância da otimização da concentração de sais para a micropropagação eficiente de tomilho. O distanciamento de valores para massa fresca variou de 0,06 g no tratamento de 50% para 0,09 g no tratamento de 100%, representando um incremento de 50%, enquanto para massa seca a diferença foi ainda mais pronunciada, com redução de 67% quando se compara o tratamento de 50% (0,004 g) com o de 75% (0,012 g). Estes dados quantitativos evidenciam que o tratamento com 75% de sais MS alcança o equilíbrio adequado entre disponibilidade nutricional e pressão osmótica, maximizando o crescimento e desenvolvimento das plântulas sem os efeitos adversos observados nos tratamentos extremos (figura 6).

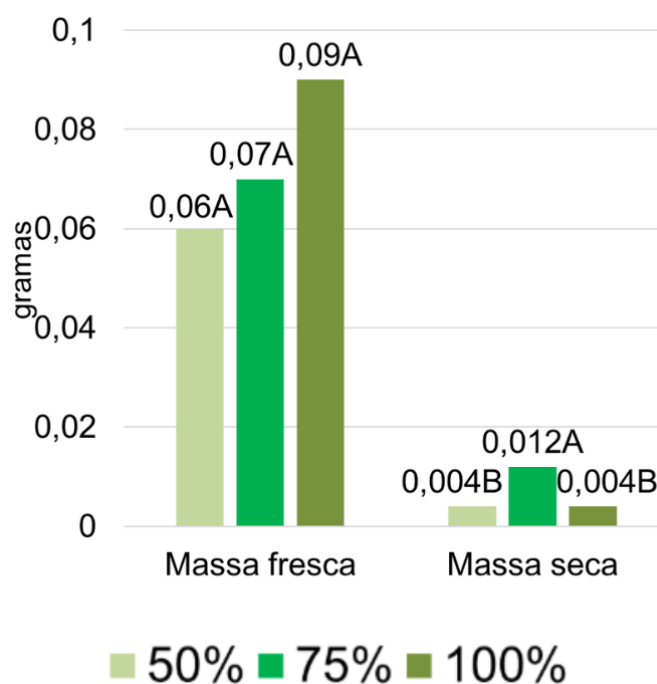


Figura 6: Massa fresca e e massa seca das plântulas de tomilho *in vitro*. Letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A concentração de 75% de sais MS proporcionou a maior produção de folhas e plântulas com maior massa seca. Além disso, as plântulas em meio MS a 75% apresentaram maior comprimento de parte aérea que as produzidas em 100%, representando uma possibilidade de economia de sais de cultivo da espécie.

A superioridade do tratamento com 75% de sais MS pode estar relacionada ao equilíbrio adequado entre a disponibilidade de nutrientes e concentração iônica do meio (ANDRADE, 2002). Enquanto o meio com concentração reduzida de sais (50%) pode ter limitado o crescimento devido à deficiência nutricional, a concentração máxima (100%) pode ter causado estresse osmótico nas plântulas.

Os resultados demonstraram que a redução da concentração de sais para 75% não compromete o desenvolvimento das plântulas, permitindo uma economia significativa de reagentes sem perdas na qualidade do material vegetal produzido. Esta otimização é importante tanto do ponto de vista econômico quanto técnico para laboratórios de cultura de tecidos.

A análise dos parâmetros morfológicos confirmou que o meio com 75% de sais MS proporciona condições adequadas para o desenvolvimento vegetativo do tomilho *in vitro*, apresentando plântulas com maior vigor e qualidade em comparação aos demais tratamentos avaliados. Estes resultados corroboram com estudos anteriores que demonstram a importância da otimização de meios de cultura para plantas aromáticas (RUBIN et al., 2007).

Além disso, (Bandeira et al., 2007), trabalhando com micropropagação de tomilho em diferentes meios de cultura, também observaram variações significativas no desenvolvimento das plântulas em função da composição nutricional do meio, reforçando a importância da adequação das concentrações de sais às necessidades específicas da espécie.

5. CONCLUSÃO

A concentração de 75% de sais MS mostrou-se recomendada para a micropropagação eficiente de tomilho *in vitro*, proporcionando economia de reagentes e mantendo a qualidade das plântulas produzidas. Este protocolo otimizado pode ser aplicado em programas comerciais de produção de mudas de tomilho, contribuindo para a disponibilização de material vegetal de qualidade superior para o setor produtivo.

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade técnica e econômica da redução da concentração de sais no meio de cultura, mantendo a eficiência do protocolo de micropropagação. Esta otimização representa uma contribuição significativa para o aprimoramento dos protocolos de cultivo *in vitro* de plantas aromáticas.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S.R.M. de. **Fisiologia da cultura de tecidos vegetais**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2002. 94 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 74).
- BANDEIRA, J. M.; BARBEDO, C. J.; DOVER, M. J. Diferentes tipos de vedações dos frascos e concentrações de sacarose na micropropagação de *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 50-58, 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/115152/62451>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- DINIZ, A. F.; SANTOS, B.; NÓBREGA, L. M. M. O.; SANTOS, V. R. L.; MARIZ, W. S.; CRUZ, P. S. C.; NÓBREGA, R. O.; SILVA, R. L.; PAULA, A. F. R.; SANTOS, J. R. D. A.; PESSÔA, H. L. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. A. Atividade antibacteriana do óleo essencial de *Thymus vulgaris* (tomilho) contra cepas de *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus saprophyticus* isoladas de produtos cárneos. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 83, e275306, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.275306>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- FERREIRA, D.F. SISVAR - Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35. p.1039-1042, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- FADEL, D.; KINTZIOS, S.; ECONOMOU, A. S.; MOSCHOPOULOU, G.; CONSTANTINIDOU, H.-I. A. Effect of different strength of medium on organogenesis, phenolic accumulation, and antioxidant activity of spearmint (*Mentha spicata* L.). **The Open Horticulture Journal**, 3, 31–35, 2010. <https://doi.org/10.2174/1874840601003010031>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- GROLL, J.; MYCOCK, D. J.; GRAY, V. M. Effect of Medium Salt Concentration on Differentiation and Maturation of Somatic Embryos of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Annals of Botany**, v.89, n.5, p.645–648, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aob/mcf095>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with

tobacco tissue cultures. **Plant Physiology**, v.15, p.473-497, 1962. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>. Acesso em: 24 nov. 2025.

MUSSALAMA, A. Z.; TEIXEIRA, C. M.; NUNES, A. M.; PEREIRA, C. M. P.; GARCIA, F. R. M. Ação dos óleos essenciais de cravo (*Syzygium aromaticum*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) no controle de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 2, e20201915, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320201915>. Acesso em: 24 nov. 2025.

OLIVEIRA, R. C. de. Cultivo *in vitro* e *ex vitro* de cultivares de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). 2020. 87 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

REZALI, N. I.; SIDIK, N. J.; SALEH, A.; OSMAN, N. I.; MOHD ADAM, N. A. The effects of different strength of MS media in solid and liquid media on in vitro growth of *Typhonium flagelliforme*. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.7, n.2, p.151–156, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.11.019>. Acesso em: 24 nov. 2025.

RUBIN, S.; LIMA, M. C.; BANDEIRA, J. M. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 9, n. 4, p. 1-13, 2007.

SOUZA, A. S. Encapsulação de óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) em mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) para aplicação em linguiça suína frescal. 2024. 91 f. **Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos)** - Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

TORRES, A. C.; FERREIRA, A. T.; SÁ, F. G.; BUSO, J. A.; CALDAS, L. S.; NASCIMENTO, A. S.; BRÍGIDO, M. M.; ROMANO, E. **Glossário de biotecnologia vegetal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 128 p.