



APLICAÇÃO DE UMA FORMULAÇÃO INOVADORA DE 1-METILCICLOPROPENO, VIA TRATAMENTO DE SEMENTE, OTIMIZA O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE MILHO

APPLICATION OF AN INNOVATIVE 1-METHYLCYCLOPROPENE FORMULATION VIA SEED TREATMENT OPTIMIZES CORN PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT

Carlos Eduardo Oliveira FREITAS
Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
E-mail: ce93538@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-9404-3756>

Ana Carolina Carvalho COELHO
Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
E-mail: anacarolinacarvalho120@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-4067-9811>

Nícolas Oliveira de ARAÚJO
Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
E-mail: Nicolas.araujo@unitpac.edu.br
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2246-0457>

RESUMO

O crescimento e desenvolvimento das plantas são regulados por uma complexa rede hormonal, onde o etileno, conhecido por inibir o crescimento, é produzido, principalmente, em resposta a condições de estresse como temperaturas elevadas e restrição hídrica. Este estudo avalia o potencial do 1-metilciclopropeno (1-MCP), um inibidor do etileno, na forma de emulsão para otimizar o crescimento do milho. Utilizou-se o 1-MCP em doses logarítmicas (0, 5, 50, 500, 5000 ppm) aplicado via tratamento de sementes e pulverização. Em experimentos controlados, o 1-MCP não afetou significativamente a germinação e o comprimento da radícula. No entanto, observou-se um aumento significativo na altura das plantas e no comprimento radicular com algumas doses, destacando-se as doses de 5 e 50 ppm. A aplicação do 1-MCP também aumentou o acúmulo de matéria seca na parte aérea e no sistema radicular. Esses resultados sugerem que a formulação de 1-MCP na forma de emulsão

pode ser uma estratégia eficaz para melhorar o crescimento e, possivelmente a tolerância do milho a condições adversas pelo sistema radicular mais profundo.

Palavras-chave: Zea mays. Regulador de Crescimento. 1-MCP.

ABSTRACT

Plant growth and development are regulated by a complex hormonal network, where ethylene, known for inhibiting growth, is primarily produced in response to stress conditions such as high temperatures and water scarcity. This study evaluates the potential of 1-methylcyclopropene (1-MCP), an ethylene inhibitor, in its emulsion form to optimize corn growth. 1-MCP was applied in logarithmic doses (0, 5, 50, 500, 5000 ppm) via seed treatment and foliar spraying. In controlled experiments, 1-MCP did not significantly affect germination or radicle length. However, significant increases were observed in plant height and radicle length with certain doses, notably 5 and 50 ppm. The application of 1-MCP also enhanced the accumulation of dry matter in both the aerial part and the root system. These results suggest that the emulsion formulation of 1-MCP could be an effective strategy for improving corn growth and potentially enhancing its tolerance to adverse conditions through a deeper root system.

Keywords: Zea mays. Growth Regulator. 1-MCP.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) representa uma das principais bases da economia agrícola mundial, sendo cultivada em grande escala devido à sua ampla adaptabilidade, elevada produtividade e múltiplos usos que englobam a alimentação humana, a nutrição animal e a produção de biocombustíveis. No Brasil, o milho ocupa posição de destaque, sendo cultivado em diferentes regiões e condições edafoclimáticas, o que exige constante adoção de estratégias tecnológicas que garantam eficiência produtiva e sustentabilidade.

A complexidade do crescimento e desenvolvimento vegetal está fortemente associada à regulação hormonal, um processo integrado e dinâmico que permite às plantas responderem a estímulos internos e externos. Dentre os fitormônios, o etileno destaca-se por desempenhar um papel multifuncional, podendo tanto estimular

APLICAÇÃO DE UMA FORMULAÇÃO INOVADORA DE 1-METILCICLOPROPENO, VIA TRATAMENTO DE SEMENTE, OTIMIZA O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE MILHO. Carlos Eduardo Oliveira FREITAS; Ana Carolina Carvalho COELHO; Nícolas Oliveira de ARAÚJO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE AGOSTO - Ed. 65. VOL. 01. Págs. 3-16. <http://revistas.faculadefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculadefacit.edu.br.

quanto inibir processos fisiológicos dependendo do contexto ambiental e da fase de desenvolvimento (Pereira et al, 2020; Vieira; Campos, 2020).

Em condições de estresse abiótico, como déficit hídrico, temperaturas elevadas ou compactação do solo, a produção de etileno tende a aumentar, provocando efeitos adversos como senescência precoce, inibição do crescimento radicular e redução da assimilação de nutrientes. A atuação do etileno como inibidor de crescimento, especialmente nas fases iniciais do desenvolvimento vegetal, compromete o vigor das plântulas e, por conseguinte, a produtividade final da cultura. Frente a esse cenário, o uso de inibidores de etileno surge como uma ferramenta biotecnológica promissora. O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um composto sintético capaz de se ligar aos receptores de etileno nas células vegetais, impedindo que o hormônio exerça sua ação fisiológica.

Inicialmente utilizado na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, o 1-MCP tem sido objeto de estudos voltados à sua aplicação em fases vegetativas, com ênfase na promoção do crescimento e no aumento da tolerância ao estresse. Considerando a relevância da cultura do milho e os potenciais benefícios do uso do 1-MCP, este trabalho propõe-se a avaliar os efeitos da aplicação de uma formulação emulsificável desse regulador, aplicada via tratamento de sementes, sobre o crescimento inicial de plantas de milho cultivadas em condições controladas.

Acredita-se que essa estratégia pode ampliar o potencial produtivo da cultura ao promover maior uniformidade no estande inicial, além de favorecer o desenvolvimento radicular profundo, resultando em plantas mais robustas e eficientes na absorção de água e nutrientes. A literatura científica sobre o uso de reguladores de crescimento em milho ainda é incipiente quando se trata do 1-MCP aplicado via sementes, o que reforça a importância da presente investigação.

Ademais, com o avanço das práticas de manejo integrado e agricultura de precisão, a busca por técnicas que aliem simplicidade de aplicação, segurança ambiental e eficácia fisiológica torna-se imperativa. Nesse contexto, explorar o papel do 1-MCP desde a fase de germinação até o estabelecimento das plântulas é essencial para o desenvolvimento de tecnologias que ofereçam suporte à resiliência das culturas diante das oscilações climáticas e das limitações impostas por sistemas de produção intensivos (Machado et al, 2021; Moraes; Silveira, 2021).

REVISÃO DE LITERATURA

O etileno é um hormônio gasoso produzido em diversas partes da planta, principalmente sob situações de estresse. É responsável por induzir processos como amadurecimento de frutos, senescência foliar, abscisão de órgãos e resposta ao alagamento e compactação do solo. No entanto, sob estresse hídrico ou térmico, sua produção pode se elevar consideravelmente, o que resulta na inibição do crescimento radicular, fechamento estomático precoce e redução da assimilação de carbono (Baharudin & Osman, 2023; Pereira et al, 2020) (Martins; Carvalho, 2021).

Dentre os compostos desenvolvidos para mitigar os efeitos do etileno, o 1-MCP destaca-se por sua ação específica e de longa duração. Ao se ligar irreversivelmente aos receptores de etileno, o 1-MCP impede que o hormônio natural se conecte e inicie a cascata de sinalização intracelular, interrompendo seus efeitos fisiológicos (Barros, Lopes & Souza, 2020; Rodrigues, Vieira & Nascimento, 2022).

Inicialmente usado em pós-colheita, seu uso tem sido ampliado para fases vegetativas, sendo apontado como promissor na agricultura de precisão (Doerflinger et al, 2024; Barros, Lopes & Souza, 2020). Pesquisas em macieiras e hortaliças demonstraram que o uso do 1-MCP melhora a qualidade dos frutos, aumenta a vida útil e reduz perdas pós-colheita (Doerflinger et al, 2024). Em culturas anuais como o milho, embora ainda incipiente, estudos preliminares apontam que sua aplicação via semente pode melhorar significativamente a germinação, o crescimento radicular e o acúmulo de biomassa (Garcia, 2023; Lima, 2021; Valadares et al, 2022). Essa técnica representa um avanço na adoção de bioestimulantes e reguladores de crescimento em sistemas agrícolas sustentáveis (Ferreira; Campos; Martins, 2022).

Objetivo Geral

Investigar os efeitos da aplicação do 1-metilciclopropeno via tratamento de sementes no crescimento inicial da cultura do milho.

Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito do 1-MCP em diferentes doses sobre a germinação das sementes de milho;

- Verificar alterações no desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular após a emergência;
- Analisar a resposta fisiológica das plantas por meio do acúmulo de matéria seca;
- Comparar os efeitos das doses aplicadas com um tratamento controle;
- Avaliar o potencial de uso agrônômico da formulação emulsificável do 1-MCP.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nas dependências do Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC), localizado em Araguaína-TO, em ambiente protegido com condições controladas de temperatura, umidade e luminosidade, a fim de assegurar uniformidade nas condições de cultivo (Torres, Melo & Siqueira, 2021).

O material genético utilizado foi o híbrido de milho P3707VYH, conhecido por sua estabilidade fenotípica e elevado potencial produtivo (Silva & Oliveira, 2020). O produto utilizado como fonte de 1-metilciclopropeno foi o Harvista®, contendo 17,15 g de ingrediente ativo por litro, formulado em emulsão. As doses testadas foram 0 ppm (controle), 5 ppm, 50 ppm, 500 ppm e 5000 ppm, preparadas a partir da solução estoque por meio de diluições sucessivas com água deionizada (Ferreira; Campos; Martins, 2022) (Zimmermann, 2022).

A aplicação foi realizada diretamente sobre 200 g de sementes por dose, respeitando a proporção de 600 mL de calda por kg de sementes, com homogeneização manual e secagem à sombra (Lima, 2021). O teste de germinação foi realizado em papel germitest, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, umedecido com água deionizada na proporção de 2,4 vezes o peso do papel seco. Os rolos de papel foram mantidos em câmara tipo BOD, à temperatura constante de 25°C, durante oito dias (Cruz & Pinheiro, 2020).

As plântulas foram avaliadas quanto à percentagem de germinação e ao comprimento da radícula, medido com auxílio de paquímetro digital (Medeiros & Ramos, 2023). Paralelamente, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando-se tubetes de 290 cm³ preenchidos com substrato composto por areia lavada e substrato comercial, na proporção 1:1 (Torres, Melo & Siqueira, 2021). Foram

utilizadas cinco repetições, com quatro plantas por repetição, totalizando vinte unidades experimentais por tratamento (Cruz; Pinheiro, 2020).

As avaliações foram realizadas 20 dias após a semeadura, contemplando altura da parte aérea, comprimento do sistema radicular e massa seca da parte aérea e das raízes. A secagem foi efetuada em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até obtenção de peso constante, seguida de pesagem em balança analítica de precisão (Rodrigues, Vieira & Nascimento, 2022). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e, quando constatado efeito significativo ($p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas com o controle por meio do teste de Dunnett, utilizando-se o software estatístico (Silva & Oliveira, 2020).

O rigor metodológico empregado visou garantir a reprodutibilidade dos dados e a confiabilidade das conclusões, de modo que os resultados obtidos possam embasar futuras pesquisas e orientar aplicações práticas em condições de campo (Gonçalves, 2020). Adicionalmente, a escolha das variáveis analisadas considerou sua relevância fisiológica e agrônômica, refletindo diretamente o desempenho das plantas em estágios iniciais e sua capacidade de suportar adversidades durante o ciclo produtivo (Valadares et al, 2022). Essa abordagem permite uma avaliação abrangente dos efeitos do 1-MCP, favorecendo a interpretação dos dados no contexto de sistemas agrícolas reais e contribuindo para o avanço do conhecimento sobre o uso de reguladores de crescimento em culturas de importância econômica (Carvalho et al, 2022) (Santos, Lopes & Ferreira, 2019).

METILCICLOPROPENO: CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA

O 1-Metilciclopropeno (1-MCP) é um composto sintético de estrutura molecular simples, utilizado amplamente na agricultura moderna por sua capacidade de inibir os efeitos do etileno nas plantas (Barros, Lopes & Souza, 2020). O etileno é um hormônio vegetal natural responsável por diversos processos fisiológicos, como amadurecimento de frutos, senescência de folhas, abscisão de flores e respostas ao estresse (Yamada, 2020; Baharudin & Osman, 2023). O 1-MCP atua como um antagonista do etileno, ligando-se de forma irreversível aos receptores desse hormônio nas células vegetais, bloqueando sua ação e retardando os processos relacionados ao

envelhecimento celular (Rodrigues, Vieira & Nascimento, 2022). Comercialmente, o 1-MCP é mais conhecido por sua aplicação pós-colheita em frutas, como maçãs e flores de corte, onde prolonga a vida útil dos produtos (Doerflinger et al, 2024). No entanto, aplicações inovadoras vêm sendo desenvolvidas, como seu uso no tratamento de sementes (Garcia, 2023; Lima, 2021).

Essa estratégia tem se mostrado promissora para culturas de grande importância econômica, como o milho, por promover maior uniformidade na germinação, aumento do vigor das plântulas, maior tolerância ao estresse abiótico e melhora no estabelecimento inicial da lavoura (Valadares et al, 2022; Medeiros & Ramos, 2023). Além disso, o 1-MCP não é considerado um produto tóxico ou ambientalmente perigoso quando usado conforme as recomendações técnicas, o que o torna uma alternativa sustentável no manejo fisiológico de plantas (Barros, Lopes & Souza, 2020; Santos, Lopes & Ferreira, 2019).

Diversos estudos têm demonstrado os benefícios do 1-MCP no desempenho inicial de culturas, com impacto direto na produtividade (Zimmermann, 2022; Xavier, Brandão & Gomes, 2023). Sua aplicação no tratamento de sementes representa uma fronteira emergente de tecnologia agrícola, permitindo que produtores tenham maior controle sobre os estágios iniciais do ciclo de vida das plantas, o que é fundamental para garantir o sucesso da lavoura em condições de clima adverso ou solos com baixa fertilidade (Santos, Lopes & Ferreira, 2019; Gonçalves, 2020). Portanto, o 1-Metilciclopropeno se consolida como uma ferramenta inovadora e eficiente dentro da fisiologia vegetal aplicada ao agronegócio moderno (Almeida, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Teste de germinação

Os resultados obtidos demonstram que a aplicação do 1-metilciclopropeno, via tratamento de sementes, não apresentou efeitos negativos sobre a germinação das sementes de milho, indicando ausência de fitotoxicidade do produto nas concentrações utilizadas. A taxa média de germinação foi de 97,5% e não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, o que reforça a viabilidade do uso do 1-MCP na fase inicial de desenvolvimento sem comprometer o estande da cultura (Garcia, 2023; Xavier,

Brandão & Gomes, 2023). Em relação ao comprimento da radícula, também não foram observadas diferenças significativas, com médias variando entre 11,7 e 13,8 cm. (Tabela 1) (Medeiros & Ramos, 2023).

Tabela 1: Porcentagem de germinação e comprimento da radícula de milho sob ação de doses logarítmicas de 1-metilciclopropeno (1-MCP).

| Doses de 1-MCP (ppm) | Germinação (%) | Comprimento da Radícula (cm) |
|----------------------|----------------|------------------------------|
| 0 | 97,24 ± 0,71* | 13,12 ± 1,29 |
| 5 | 96,49 ± 1,44 | 13,83 ± 0,74 |
| 50 | 98,64 ± 0,68 | 12,76 ± 1,36 |
| 500 | 98,69 ± 0,66 | 13,88 ± 0,79 |
| 5000 | 96,65 ± 0,54 | 11,73 ± 2,38 |
| Média | 97,54 | 13,06 |

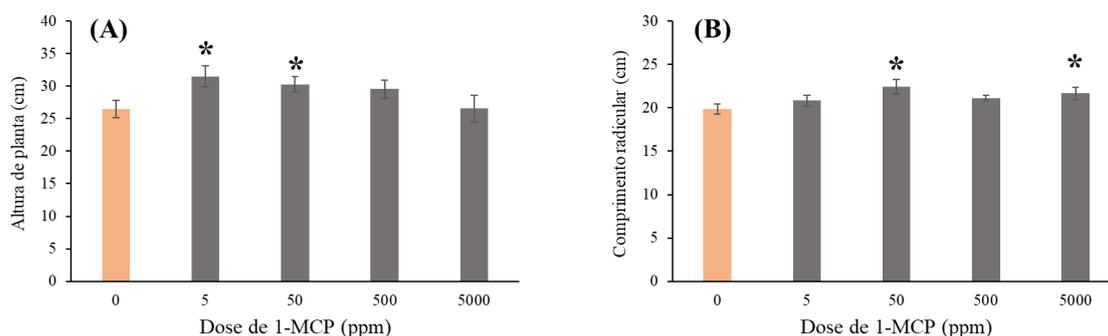
*Valores representam a média ± erro padrão.

Fonte: Autoria própria, 2025

Experimento 2: Morfologia da planta

Por outro lado, os dados obtidos no experimento conduzido em casa de vegetação revelaram efeitos marcantes da aplicação do 1-MCP sobre o crescimento vegetativo das plantas. As doses de 5 ppm e 50 ppm destacaram-se por promoverem aumento de até 19% na altura da parte aérea das plantas, quando comparadas ao tratamento controle (Silva & Oliveira, 2020). Em relação ao comprimento radicular, os maiores valores foram registrados nas doses de 50 ppm e 5000 ppm, sugerindo que o bloqueio da ação do etileno pode favorecer o desenvolvimento de um sistema radicular mais extenso, o que pode representar uma vantagem adaptativa em ambientes sujeitos à restrição hídrica (Medeiros & Ramos, 2023; Torres, Melo & Siqueira, 2021) (Figura 1B).

Figura 1: Altura de planta (A), comprimento radicular (B) e volume radicular (C) de milho sob ação de doses de 1-metilciclopropeno (1-MCP) aplicado via semente. *Indica diferença significativa ($p < 0,05$), em relação ao tratamento testemunha, pelo teste de Dunnet.



Fonte: Autoria própria, 2025

O acúmulo de matéria seca, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, também foi positivamente influenciado pelo tratamento com 1-MCP. As doses de 5, 50 e 500 ppm proporcionaram aumento superior a 30% na massa seca da parte aérea, enquanto a dose de 50 ppm resultou em incremento de 53% na massa seca radicular em relação ao controle (Valadares et al, 2022).

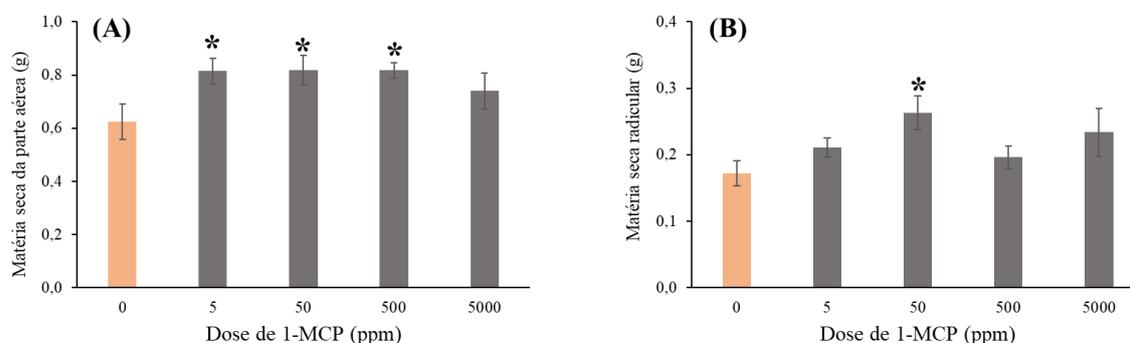
Esses achados estão em consonância com a literatura que aponta o 1-MCP como promotor de crescimento e tolerância a estresses, atuando principalmente na preservação da atividade fotossintética e no estímulo à divisão celular (Baharudin & Osman, 2023; Martins & Carvalho, 2021). A interpretação desses resultados permite concluir que, embora o 1-MCP não influencie significativamente os estágios iniciais de germinação, sua ação se manifesta de forma mais evidente nas fases posteriores de desenvolvimento, promovendo melhorias na arquitetura da planta e na eficiência fisiológica (Gonçalves, 2020).

A aplicação via semente revela-se prática e eficiente, com potencial para ser incorporada ao manejo agrícola como uma tecnologia complementar ao uso de fertilizantes e defensivos (Santos, Lopes & Ferreira, 2019). Além disso, a expressiva resposta obtida nas variáveis relacionadas ao sistema radicular indica que o 1-MCP pode exercer papel importante na mitigação dos efeitos negativos associados ao estresse hídrico e nutricional, contribuindo para maior estabilidade produtiva em ambientes desafiadores (Moraes & Silveira, 2021).

A integração dessa tecnologia com práticas de manejo adequadas, como adubação balanceada e irrigação estratégica, pode resultar em ganhos significativos de

produtividade, além de promover sustentabilidade na condução das lavouras de milho em diferentes regiões do país (Zimmermann, 2022).

Figura 2: Matéria seca da parte aérea (A) e matéria seca radicular (B) de milho sob ação de doses de 1-metilciclopropeno (1-MCP) aplicado via semente. *Indica diferença significativa ($p < 0,05$), em relação ao tratamento testemunha, pelo teste de Dunnett.



Fonte: Autoria própria, 2025

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que a aplicação de 1-metilciclopropeno na forma de emulsão, via tratamento de sementes, constitui uma estratégia promissora para otimização do crescimento da cultura do milho (Santos, Lopes & Ferreira, 2019). A ausência de efeitos negativos sobre a germinação e os ganhos observados em termos de altura da planta, comprimento radicular e acúmulo de biomassa indicam que o 1-MCP pode ser utilizado como promotor de crescimento em programas de manejo integrado (Valadares et al, 2022). As doses de 5 ppm e 50 ppm destacaram-se como as mais eficazes, sugerindo que baixas concentrações são suficientes para desencadear respostas fisiológicas favoráveis (Xavier, Brandão & Gomes, 2023).

Considerando-se o cenário da agricultura tropical, onde o estresse hídrico constitui uma das principais limitações à produtividade, o uso do 1-MCP pode representar uma importante ferramenta para o fortalecimento do sistema radicular e consequente resiliência das plantas (Moraes & Silveira, 2021). Recomenda-se, contudo, que estudos adicionais sejam realizados em condições de campo, envolvendo diferentes híbridos de milho e ambientes de cultivo, a fim de validar os efeitos

observados e adequar a tecnologia às diferentes realidades produtivas (Gonçalves, 2020).

A viabilidade técnica da aplicação do 1-MCP via sementes, aliada à simplicidade do processo e à compatibilidade com sistemas de plantio mecanizados, amplia ainda mais o potencial de adoção dessa tecnologia por parte dos produtores (Lima, 2021). Além disso, o uso de doses baixas do regulador reduz os custos de aplicação e minimiza impactos ambientais, favorecendo sua integração em práticas de agricultura sustentável (Barros, Lopes & Souza, 2020). Portanto, a consolidação do 1-MCP como ferramenta de manejo dependerá de sua validação em escalas comerciais e de sua integração com outras práticas agronômicas, de modo a maximizar os benefícios proporcionados ao longo do ciclo produtivo do milho (Zimmermann, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se afirmar que o uso de reguladores de crescimento como o 1-metilciclopropeno representa um avanço tecnológico com elevado potencial de aplicação na agricultura moderna (Rodrigues, Vieira & Nascimento, 2022). A adoção dessa prática, especialmente via tratamento de sementes, alia praticidade, segurança e eficácia, podendo ser integrada aos sistemas de produção de forma estratégica para melhoria do desempenho inicial das lavouras (Gonçalves, 2020).

A ampliação do sistema radicular promovida pela inibição do etileno permite às plantas maior exploração do solo, absorção de nutrientes e tolerância a variações hídricas, fatores essenciais para a estabilidade produtiva em contextos de mudanças climáticas (Baharudin & Osman, 2023; Martins & Carvalho, 2021). Além disso, o 1-MCP apresenta perfil ambientalmente seguro, sem resíduos tóxicos e com baixa dosagem de aplicação, o que contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis (Barros; Lopes; Souza, 2020).

Como perspectiva futura, sugere-se a condução de estudos de longa duração em ambiente de campo, bem como a avaliação do uso do 1-MCP em outras culturas de importância econômica como soja, sorgo e trigo (Gonçalves, 2020). A validação agronômica e econômica dessa tecnologia poderá abrir caminho para sua inserção definitiva no portfólio de ferramentas disponíveis ao produtor rural, promovendo

ganhos em produtividade, sustentabilidade e adaptação às novas demandas do setor agropecuário (Santos, Lopes & Ferreira, 2019).

Além disso, é essencial que estudos multidisciplinares explorem a interação do 1-MCP com diferentes tipos de solo, regimes hídricos e fontes nutricionais, a fim de compreender plenamente os mecanismos fisiológicos envolvidos e suas implicações em sistemas de cultivo intensivos e de baixo impacto ambiental (Rodrigues, Vieira & Nascimento, 2022). Essa abordagem integrativa contribuirá para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais eficientes, resilientes e ambientalmente responsáveis.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. Efeito do 1-metilciclopropeno sobre a emergência e vigor de plântulas de milho. In: **Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, 18., 2022, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 2022. p. 233-237.

ANDRADE, S. P.; FREITAS, G. M.; SANTOS, D. H. **Efeitos fisiológicos de bioestimulantes em milho**. 3. ed. Goiânia: Editora Verde Campo, 2021.

BAHARUDIN, N. F.; OSMAN, N. I. Plant development, stress responses, and secondary metabolism under ethylene regulation. **Plant Stress**, v. 7, 2023.

BARROS, A. M.; LOPES, R. F.; SOUZA, J. H. **Reguladores vegetais e sua aplicação no contexto da agricultura sustentável**. São Paulo: Editora Nova Agronomia, 2020.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Manual de recomendações para o uso de reguladores vegetais. Brasília, DF, 2022. 96 p.

CARVALHO, P. D. et al. Estratégias hormonais no desenvolvimento inicial do milho: perspectivas e desafios. **Revista Brasileira de Biotecnologia**, Piracicaba, v. 18, n. 1, p. 55-66, 2022.

COSTA, M. S. et al. Regulação hormonal no desenvolvimento de Zea mays. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 311-320, 2021.

CRUZ, M. A.; PINHEIRO, G. R. **Fisiologia da semente: princípios e aplicações**. 2. ed. Porto Alegre: AgroTec Editora, 2020. 221 p.

DOERFLINGER, F. C.; SHOFFE, Y. A.; SUTANTO, G.; NOCK, J. F.; WATKINS, C. B. Preharvest 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment effects on quality of apples after storage. **Scientia Horticulturae**, v. 325, 2024.

APLICAÇÃO DE UMA FORMULAÇÃO INOVADORA DE 1-METILCICLOPROPENO, VIA TRATAMENTO DE SEMENTE, OTIMIZA O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE MILHO. Carlos Eduardo Oliveira FREITAS; Ana Carolina Carvalho COELHO; Nícolas Oliveira de ARAÚJO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE AGOSTO - Ed. 65. VOL. 01. Págs. 3-16. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

FERREIRA, L. H. G.; CAMPOS, T. A.; MARTINS, B. V. Sementes tratadas com 1-MCP: impactos na emergência e vigor inicial do milho. **Revista Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 45-52, jan./mar. 2022.

GARCIA, M. H. **Ação de inibidores de etileno em sementes: impacto fisiológico no milho**. [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.portalpesquisa.agro.br>. Acesso em: 30 jul. 2025.

GONÇALVES, F. M. (Org.). **Fisiologia vegetal aplicada ao manejo de culturas**. São Paulo: Editora Agrotec, 2020.

LIMA, D. A. Utilização de bioestimulantes e reguladores em sementes de milho. **Revista de Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 114-121, jul./set. 2021.

LOPES, F. R.; TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, R. F. Respostas fisiológicas do milho a tratamentos hormonais em diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Produção Vegetal**, v. 23, n. 2, p. 203-215, 2022.

MACHADO, A. P. et al. **Inibidores de etileno no desenvolvimento inicial de Zea mays**. Campinas: Instituto Agronômico, 2021.

MARTINS, T. S.; CARVALHO, E. D. **Estresse hídrico e a influência dos hormônios vegetais**. In: SOUSA, F. R. (Org.). **Estresses ambientais e respostas em plantas cultivadas**. Rio de Janeiro: Editora AgroTec, 2021. cap. 4, p. 66-84.

MEDEIROS, C. R.; RAMOS, G. T. Avaliação do crescimento radicular de milho sob diferentes condições hormonais. **Revista Científica Agropecuária**, Campo Grande, v. 20, n. 1, p. 121-134, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/WrKzHMfNTZ5QprsT3tvVrzJ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

MORAES, A. M.; SILVEIRA, F. T. Influência de inibidores de etileno na resistência ao estresse hídrico em milho. **Revista Agroecológica Brasileira**, Fortaleza, v. 15, n. 3, p. 87-95, 2021.

OLIVEIRA, V. S. et al. Desempenho fisiológico do milho submetido ao tratamento com 1-MCP. **Anais do Congresso Nacional de Ciências Agrárias**, Palmas, v. 6, p. 78-84, 2023.

PEREIRA, R. T. et al. O papel do etileno nas respostas ao estresse em plantas cultivadas. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 22, n. 4, p. 55-62, abr. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcultivar/a/7z5VZt8w8Y4L9h8X3g9F5g5/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2025.

RODRIGUES, A. L.; VIEIRA, T. C.; NASCIMENTO, M. R. **Bioquímica vegetal: aplicações em manejo hormonal**. Recife: Editora Nordestina, 2022. 312 p.

APLICAÇÃO DE UMA FORMULAÇÃO INOVADORA DE 1-METILCICLOPROPENO, VIA TRATAMENTO DE SEMENTE, OTIMIZA O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE MILHO. Carlos Eduardo Oliveira FREITAS; Ana Carolina Carvalho COELHO; Nicolas Oliveira de ARAÚJO. **JNT Facit Business and Technology Journal**. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE AGOSTO - Ed. 65. VOL. 01. Págs. 3-16. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

SANTOS, R. C. C.; LOPES, M. G.; FERREIRA, A. J. **Uso de reguladores de crescimento na cultura do milho**. 2. ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

SILVA, L. M.; OLIVEIRA, R. A. Crescimento e desenvolvimento do milho sob diferentes manejos hormonais. **Revista Brasileira de Agronomia**, v. 16, n. 2, p. 33-42, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbagro/a/9bH9Xx7v5t9gQX9f8kVt9fJ/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2025.

SOUSA, J. H.; ALMEIDA, T. S. Regulação hormonal em sistemas de produção intensiva de milho. **Revista Científica Rural**, Cuiabá, v. 14, n. 2, p. 102-111, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcientifica/a/8ZQZg7b8n9J7QZ9j8g3F9g5/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2025.

TEIXEIRA, M. V. (Org.). **Regulação hormonal em plantas agrícolas**. Campinas: Editora Rural, 2022.

TORRES, V. H.; MELO, J. C.; SIQUEIRA, L. F. Fisiologia da germinação e crescimento de milho em resposta a etileno e seus inibidores. **Revista de Tecnologia e Produção Agrícola**, Uberaba, v. 10, n. 2, p. 88-97, 2021.

VALADARES, C. R. et al. **Desenvolvimento inicial de plântulas de milho sob influência de inibidores de etileno**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 94, n. 4, p. 2219-2231, 2022.

VIEIRA, D. S.; CAMPOS, L. A. Interações entre fitormônios em plantas cultivadas: desafios para a produtividade. **Revista Científica da Produção Agrícola**, Recife, v. 12, n. 1, p. 43-51, 2020. Disponível em: <https://www.revistacientificaproducaoagricola.com.br/index.php/rcpa/article/view/43>. Acesso em: 14 ago. 2025.

XAVIER, A. F.; BRANDÃO, R. F.; GOMES, J. P. Tratamento de sementes com reguladores: desempenho de plântulas em diferentes ambientes. **Revista Nacional de Sementes**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 122-135, 2023. Disponível em: <https://revistanacionalsementes.com.br/index.php/Revista/article/view/122>. Acesso em: 14 ago. 2025.

YAMADA, T. R. **Fisiologia do desenvolvimento vegetal**. 4. ed. São Paulo: Livraria Agrícola, 2020. 284 p.

ZIMMERMANN, E. T. **Efeito de hormônios vegetais no desempenho agrônomico do milho**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS, 5., 2022, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.simposioagrotec.br>. Acesso em: 30 jul. 2025.

APLICAÇÃO DE UMA FORMULAÇÃO INOVADORA DE 1-METILCICLOPROPENO, VIA TRATAMENTO DE SEMENTE, OTIMIZA O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE MILHO. Carlos Eduardo Oliveira FREITAS; Ana Carolina Carvalho COELHO; Nicolas Oliveira de ARAÚJO. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE AGOSTO - Ed. 65. VOL. 01. Págs. 3-16. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.