

BOLETIM TÉCNICO

137

**PRIMEIRO RELATO DE ALTERAÇÕES
MORFOLÓGICAS INDUZIDAS POR
HALAUXIFENO-METÍLICO EM
HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus* L.
var. oleifera) NO BRASIL**

**GUILHERME VIEIRA PIMENTEL
NATALIA COSTA
KEVIN AUGUSTO CHAVES FERNANDES**

BOLETIM TÉCNICO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

**PRIMEIRO RELATO DE ALTERAÇÕES
MORFOLÓGICAS INDUZIDAS POR
HALAUXIFENO-METÍLICO EM
HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus*
L. var. oleifera) NO BRASIL**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

REITOR: José Roberto Soares Scolforo
VICE-REITOR: Jackson Antônio Barbosa
Pró-Reitor de Extensão, Esporte e Cultura: Carlos Eduardo Silva Volpato
Diretoria da Editora UFLA: Fernanda Gomes e Souza Borges

EXPEDIENTE EDITORA UFLA

Damiana Joana Geraldo Souza
Elisângela Quintela Torquato
Késia Portela de Assis
Marco Aurélio Costa Santiago

Patrícia Carvalho de Morais
Renata de Lima Rezende
Vitor Lúcio da Silva Naves

Revisão de Bibliografia e Referências: Trindade Monografias & Edições

DOI: <https://doi.org/10.60144/boletimtecnico137>



ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Trevo Rotatório Professor Edmir Sá Santos, s/n. Campus Histórico da UFLA. Caixa Postal
3037, CEP 37.203-202 - Lavras/MG
Tel: (35) 3829-1532 - Fax: (35) 3829-1551
E-mail: editora@ufla.br
Homepage: www.editora.ufla.br

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 HALAUXIFENO-METÍLICO NA CULTURA DA CANOLA	5
3 DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS	6
3.1 Resposta inicial após a aplicação	6
3.2 Recuperação das plantas	8
3.3 Resposta tardia (fase reprodutiva) após a aplicação	9
4 FREQUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS ENTRE HÍBRIDOS	11
5 ESCALA VISUAL PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS	12
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

PRIMEIRO RELATO DE ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS INDUZIDAS POR HALAUXIFENO- METÍLICO EM HÍBRIDOS DE CANOLA (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) NO BRASIL

Guilherme Vieira Pimentel¹

Natalia Costa²

Kevin Augusto Chaves Fernandes²

1 INTRODUÇÃO

O controle químico de plantas daninhas é uma das principais ferramentas para garantir o estabelecimento e a produtividade da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), especialmente durante os estádios iniciais de desenvolvimento, quando a cultura apresenta baixa capacidade competitiva. Entretanto, a disponibilidade de herbicidas seletivos para o controle de plantas daninhas de folhas largas ainda é limitada, principalmente em pós-emergência, restringindo as opções de manejo (Asaduzzaman *et al.*, 2020; Galon *et al.*, 2023; Costa *et al.*, 2025).

Nesse contexto, os herbicidas auxínicos como halauxifeno-metílico e florpírauxifeno-benzílico têm despertado interesse por apresentarem elevada eficácia no controle de espécies eudicotiledôneas e potencial para ampliar as alternativas de controle em pós-emergência de plantas daninhas de folhas largas na cultura da canola. Estudos conduzidos pelo Grupo de Pesquisa em Agroenergia da Universidade Federal de Lavras (DAG/ESAL/UFLA), coordenado pelo Prof. Guilherme Vieira Pimentel, indicam que essas moléculas apresentam seletividade à cultura quando aplicadas em pós-emergência, ocasionando sintomas leves a moderados de fitotoxicidade, cuja intensidade varia em função da dose aplicada (5,7 a 12,3 g i.a. ha⁻¹). Esses sintomas são transitórios, com recuperação visual das

¹Professor do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras.

²Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras.

²Doutorando em Agronomia/Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras.

plantas entre aproximadamente 21 e 28 dias após a aplicação, sem prejuízos ao crescimento vegetativo e à produtividade da cultura. A intensidade dos sintomas iniciais foi mais evidente nas maiores doses avaliadas, enquanto, nas menores doses, os sintomas foram discretos e rapidamente reversíveis, conforme descrito detalhadamente no Item 3.

A seletividade de herbicidas em canola é tradicionalmente determinada por avaliações visuais de fitotoxicidade realizadas entre 7 e 28 dias após a aplicação, nas quais se atribuem notas à intensidade dos sintomas de injúria causados pelo herbicida, como clorose, necrose, deformações foliares e alterações no crescimento, comparando-se as plantas tratadas com aquelas sem aplicação. Essas avaliações são complementadas por características de crescimento e, ao final do ciclo, por componentes de produção e produtividade. Entretanto, estudos dessa natureza raramente descrevem ou quantificam possíveis alterações morfológicas que se manifestam na fase reprodutiva. Em herbicidas auxínicos, cujos efeitos estão relacionados à desregulação hormonal, respostas tardias podem ocorrer mesmo após o desaparecimento dos sintomas iniciais de fitotoxicidade, permanecendo pouco exploradas na literatura.

Neste contexto, este boletim técnico apresenta um relato de alterações morfológicas tardias observadas em plantas de canola após a aplicação em pós-emergência de halauxifeno-metílico, incluindo fasciação caular, fusão de hastes e alterações na formação de siliques. O objetivo é documentar essas anomalias, ilustrar sua ocorrência por meio de registros fotográficos e contribuir para ampliar o conhecimento sobre a seletividade de herbicidas auxínicos na cultura da canola.

2 HALAUXIFENO-METÍLICO NA CULTURA DA CANOLA

O halauxifeno-metílico pertence ao grupo dos herbicidas auxínicos sintéticos (Grupo 4 – HRAC/WSSA), do grupo químico dos ácidos piridinocarboxílicos, atuando através da desregulação do balanço hormonal das plantas suscetíveis. Seu mecanismo de ação promove alterações na divisão, alongação e diferenciação celular, resultando em epinastia, deformações dos tecidos e crescimento desordenado, culminando na morte de plantas daninhas eudicotiledôneas sensíveis (Garcia *et al.*, 2025).

Em nível internacional, o halauxifeno-metílico tem sido amplamente estudado em cereais de inverno e outras culturas, destacando-se pelo elevado controle de plantas daninhas de folhas largas e pela boa seletividade às culturas registradas. Entretanto, informações sobre sua seletividade em canola ainda são limitadas, especialmente sob condições tropicais e em híbridos convencionais.

No Brasil, pesquisas conduzidas pelo Grupo de Pesquisa em Agroenergia da Universidade Federal de Lavras (DAG/ESAL/UFLA) vêm avaliando o potencial de uso do halauxifeno-metílico em pós-emergência da canola. Além das avaliações convencionais de seletividade, o acompanhamento das plantas ao longo do ciclo permitiu identificar, em baixa frequência, alterações morfológicas que se tornaram evidentes durante a fase reprodutiva. Essas observações motivaram a elaboração deste boletim técnico, com o propósito de descrever, caracterizar e ilustrar essas alterações.

3 DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS

3.1 Resposta inicial após a aplicação

Os primeiros sintomas do halauxifeno-metílico podem ser observados poucos dias após a aplicação em pós-emergência. As alterações ocorrem principalmente nos tecidos jovens e estão relacionadas ao mecanismo de ação auxínico do herbicida, responsável por provocar crescimento desordenado e temporário das células. Nessa fase, podem ser observadas leves modificações no formato das folhas recém-expandidas e discreta alteração da arquitetura da planta, sem comprometimento imediato do desenvolvimento vegetativo (Figura 1).

À medida que os sintomas evoluem, as folhas jovens podem apresentar encurvamento, sintoma também conhecido como epinastia, leve enrugamento e deformações localizadas, especialmente próximas ao meristema apical. A intensidade dessas alterações depende da dose aplicada, do estágio fenológico e das condições ambientais durante e após a pulverização (Figura 2, A-B).



Figura 1: Aspecto visual de plantas de canola: (A) planta sem sintomas de fitointoxicação, correspondente ao tratamento sem aplicação de herbicida; (B) sintomas iniciais de fitointoxicação aos 3 dias após a aplicação de halauxifeno-metílico, caracterizados por leve encarquilhamento dos bordos foliares.

Foto: Natalia Costa.



Figura 2: Aspecto visual de plantas de canola: (A) sintomas de fitotoxicidade observados aos 7 dias após a aplicação de halauxifeno-metílico (12,3 g i.a. ha⁻¹) em plantas no estágio V3/V4; (B) plantas testemunha, sem aplicação de herbicida e sem sintomas de fitointoxicação.

Fotos: Natalia Costa.

3.2 Recuperação das plantas

Em condições favoráveis de crescimento, a canola apresenta elevada capacidade de recuperação após a manifestação inicial dos sintomas. Com a emissão de novas folhas e o desenvolvimento dos ramos, as deformações tendem a desaparecer progressivamente, tornando-se pouco perceptíveis nas avaliações posteriores (Figura 3). Essa recuperação pode estar relacionada aos mecanismos de seletividade da cultura, entre os quais se destaca a capacidade de metabolização e detoxificação dos herbicidas, reduzindo sua atividade nos tecidos vegetais (Oliveira Júnior; Constantin; Inoue, 2011; Carvalho et al., 2009).



Figura 3: Recuperação visual de plantas de canola aos 28 dias após a aplicação de halauxifeno-metílico ($12,3 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) realizada no estágio V3/V4, evidenciando o desaparecimento dos sintomas iniciais de fitotoxicidade.

Foto: Natalia Costa.

3.3 Resposta tardia (fase reprodutiva) após a aplicação

Nos experimentos conduzidos pela UFLA, com a aplicação do halauxifenometílico (Elevore[®]) na dose de 12,3 g i.a. ha⁻¹ (172,2 mL ha⁻¹), quando as plantas de canola estavam com quatro folhas expandidas (V4), foram observadas durante a fase reprodutiva alterações morfológicas em baixa frequência. Essas alterações incluíram a formação de fasciação caulinar, caracterizada pela formação de hastes duplas parcialmente fusionadas e achatadas (em forma de “fita”), acompanhadas pela emissão de múltiplas síliquas ao longo da mesma estrutura reprodutiva (Figura 4, A-F). Nesse experimento, as alterações morfológicas foram observadas nos híbridos Nuola 300 e Diamond, com frequência inferior a 2%, caracterizando uma resposta fisiológica incomum ao herbicida. Apesar das modificações na arquitetura das plantas não foram observados indícios de redução expressiva no desenvolvimento vegetativo ou na sobrevivência das plantas afetadas. Esse tipo de resposta ainda é pouco descrito na literatura internacional, reforçando o caráter inédito das observações realizadas nas condições brasileiras.



Figura 4: Alterações morfológicas observadas durante a fase reprodutiva de plantas de canola submetidas à aplicação de halauxifeno-metílico no estágio V4. A) haste achatada; B) haste dupla parcialmente fusionada; C) fasciação caulinar caracterizada pela fusão e achatamento de hastes; D) síliques fusionadas; E) múltiplas síliques; F) múltiplas síliques fusionadas na base do pedúnculo floral. As alterações ilustradas representam os principais padrões morfológicos observados nas plantas avaliadas, ocorrendo isoladamente ou em associação, conforme o híbrido e a planta afetada.

Fotos: Natalia Costa e Kevin Augusto Chaves Fernandes.

4 FREQUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS ENTRE HÍBRIDOS

Com o objetivo de verificar a ocorrência e a frequência das alterações morfológicas induzidas pelo halauxifeno-metílico, foram avaliados 13 híbridos de canola submetidos à aplicação de Elevore® na dose de 5,7 g i.a. ha⁻¹ (80 mL ha⁻¹), realizada no estágio de quatro folhas expandidas (V4). As avaliações foram conduzidas em experimento de campo com três repetições, sendo amostradas 180 plantas por parcela, totalizando 540 plantas avaliadas por híbrido e 7.020 plantas no experimento.

As plantas foram inspecionadas durante a fase reprodutiva, registrando-se a ocorrência de alterações morfológicas caracterizadas principalmente pela formação de hastes parcialmente fusionadas, fasciação caulinar, hastes duplas e emissão de múltiplas siliquis ao longo da mesma estrutura reprodutiva. A frequência foi calculada pela relação entre o número de plantas com alterações morfológicas e o número total de plantas avaliadas em cada híbrido.

As alterações morfológicas apresentaram baixa incidência, variando de 0 a 1,30% entre os híbridos avaliados (Figura 5). O híbrido Nuola 300 apresentou a maior frequência (1,30%), seguido por Hyola Continuum CL, Hyola Defender CT, Hyola Equinox CL e Ceres IMI, com 0,56%. Os híbridos CL220836 e Griffon CT apresentaram frequência intermediária (0,37%), enquanto Hyola Solstice CL, CC220530, CT210105 e Velocity TT apresentaram apenas 0,19% de plantas com sintomas. Não foram observadas alterações morfológicas nos híbridos Hyola Enforce CT e Trifecta TT.

De modo geral, os resultados demonstraram que as alterações observadas constituem uma resposta fisiológica esporádica, ocorrendo em reduzida proporção de plantas, mesmo nos híbridos que apresentaram maior frequência. Apesar da ocorrência dessas alterações morfológicas, não houve redução da produtividade de grãos em comparação ao controle mantido livre da interferência de plantas daninhas por meio de capina. A baixa frequência das alterações, associada à ausência de comprometimento do desenvolvimento das plantas e de redução da produtividade, indica que a aplicação do halauxifeno-metílico não comprometeu a seletividade do herbicida à cultura da canola nas condições avaliadas.

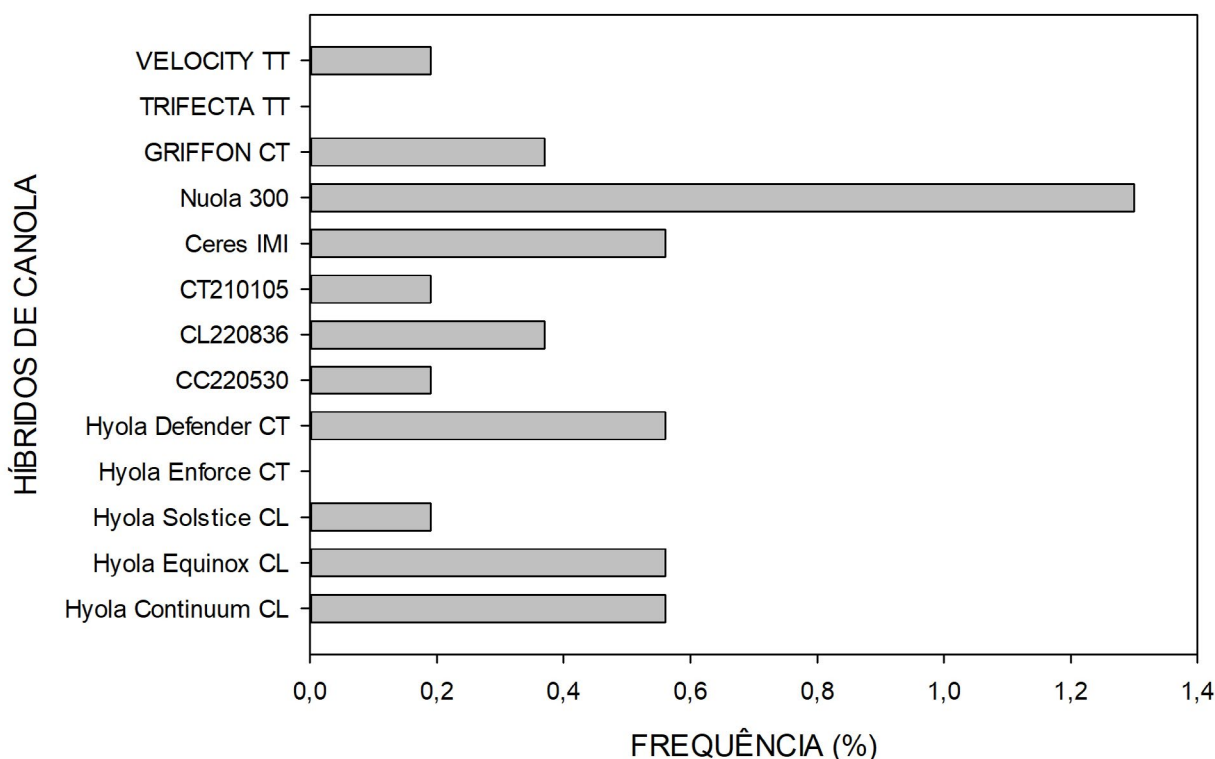


Figura 5: Frequência (%) de plantas com alterações morfológicas observadas na fase reprodutiva de 13 híbridos de canola após aplicação de halauxifeno-metílico (Elevore®) na dose de 5,7 g i.a. ha⁻¹ (80 mL ha⁻¹), realizada no estágio V4. As alterações incluíram fasciação caulinar, formação de hastes duplas e múltiplas siliquas.

5 ESCALA VISUAL PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS

Com o objetivo de padronizar a identificação e a descrição das alterações morfológicas observadas após a aplicação de halauxifeno-metílico em canola, propõe-se uma escala visual de severidade inspirada no princípio de avaliação visual estabelecido pela European Weed Research Council (EWRC, 1964). A escala proposta compreende cinco níveis de severidade (1 a 5), diferentemente da escala original da EWRC, constituída por nove níveis (1 a 9). Enquanto a escala original é empregada para avaliação visual dos efeitos de herbicidas sobre as plantas, a presente escala foi desenvolvida especificamente para caracterizar a intensidade das alterações morfológicas tardias observadas durante a fase reprodutiva da canola, considerando modificações nas hastes e siliquas (Quadro 1).

Quadro 1: Escala visual proposta para caracterização da severidade das alterações morfológicas observadas em plantas de canola após aplicação de halauxifeno-metílico na fase reprodutiva.

Nota	Descrição da alteração morfológica
1	Planta sem alterações morfológicas. Arquitetura normal do caule e das siliquis.
2	Duas ou mais siliquis fundidas na haste, sem a formação de haste fusionada ou fasciação.
3	Formação de haste parcialmente fusionada ou haste dupla, com discreta alteração na distribuição das siliquis.
4	Fasciação acompanhada pela formação de múltiplas siliquis concentradas na haste alterada.
5	Alteração morfológica severa, com intensa fusão da haste, proliferação de siliquis e acentuada modificação da arquitetura da planta.

Por fim, ainda não se sabe se essas alterações estão relacionadas exclusivamente ao halauxifeno-metílico ou se podem ocorrer com outros herbicidas auxínicos, diferentes doses, épocas de aplicação ou condições ambientais. Novos estudos deverão investigar os mecanismos fisiológicos envolvidos e a possível influência dessas alterações sobre os componentes de rendimento da cultura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O halauxifeno-metílico, nas doses de 5,7 e 12,3 g i.a. ha⁻¹, apresentou seletividade à canola quando aplicado em pós-emergência no estágio V4, ocasionando sintomas iniciais leves a moderados e transitórios de fitotoxicidade, seguidos da recuperação visual das plantas. Entretanto, o acompanhamento até a fase reprodutiva permitiu identificar, em baixa frequência, alterações morfológicas caracterizadas principalmente por fasciação caulinar, formação de hastes duplas parcialmente fusionadas e emissão de múltiplas siliquis.

As alterações morfológicas ocorreram em frequência inferior a 2% das plantas avaliadas e não foram acompanhadas de redução da produtividade de grãos em relação ao controle mantido livre da interferência de plantas daninhas por meio de capina, indicando que o halauxifeno-metílico não comprometeu a seletividade à cultura nas condições avaliadas. Contudo, por se tratarem de sintomas ainda pouco documentados na literatura, recomenda-se que as avaliações de seletividade de herbicidas auxínicos em canola sejam estendidas até a fase reprodutiva, permitindo

identificar possíveis respostas morfológicas tardias e ampliar o conhecimento sobre a interação entre esses herbicidas e a cultura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASADUZZAMAN, M.; PRATLEY, J. E.; LUCKETT, D.; LEMERLE, D.; WU, H. Weed management in canola (*Brassica napus* L.): a review of current constraints and future strategies for Australia. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 66, n. 4, p. 427-444, 2020. DOI: 10.1080/03650340.2019.1624726.

CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R. R.; FIGUEIRA, A. V. O.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Scientia Agricola*, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009. DOI: 10.1590/S0103-90162009000100020.

COSTA, N.; PIMENTEL, G. V.; CHALES, A. S.; SILVA, L. D. R.; WATANABE, E. C. S.; GONÇALVES, A. H. Herbicide selectivity and efficacy in weed control in canola production system. *Crop Protection*, v. 193, art. 107207, 2025. DOI: 10.1016/j.cropro.2025.107207.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd and 4th meetings of the EWRC Committee of Methods in Weed Research. *Weed Research*, v. 4, p. 88, 1964.

GALON, L.; BALKE, M.; CAVALETTI, D. C.; HÜBNER NETO, O. D.; BRANDLER, D.; SCHMITZ, M. H.; PERIN, G. F. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em canola para controle de plantas daninhas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 22, n. 2, p. 218-233, 2023. DOI: 10.5965/223811712222023218.

GARCIA, N. S.; DAYAN, F. E.; CAMARGO, E. R.; CEOLIN, B. C.; DEUNER, S.; AVILA, L. A. de. Auxin-mimic herbicides dilemma: their benefits and limitations. *Pest Management Science*, v. 81, n. 9, p. 4973-4992, 2025. DOI: 10.1002/ps.8913.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. *Biologia e Manejo de Plantas daninhas*. Curitiba, Omnipax. 2011. 348p.

