



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS

LEONARDO YURI LOPES PINTO

**Efeito residual da aplicação de Clethodim em pré-plantio na cultura do
milho**

Sete Lagoas, MG

2026

LEONARDO YURI LOPES PINTO

Efeito residual da aplicação de Clethodim em pré-plantio na cultura do milho

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Amilton Ferreira da Silva

Sete Lagoas, MG

2026

LEONARDO YURI LOPES PINTO

**EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE CLETHODIM EM PRÉ
PLANTIO NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 16 de julho de 2026.

Banca avaliadora:

Dr. Amilton Ferreira da Silva, Orientador — UFSJ

Msc. Diego Antônio Gonçalves — UFSJ

Msc. Gustavo de Oliveira Moreira - Doutorando — UFLA

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	07
MATERIAL E MÉTODOS	08
RESULTADOS E DISCUSSÃO	09
CONCLUSÃO	12
REFERÊNCIAS	12

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de elevada importância econômica, frequentemente cultivada em sucessão à soja. Nesse sistema, o uso de herbicidas em pré-semeadura pode causar efeitos residuais sobre a cultura. Objetivou-se avaliar o efeito do Clethodim no desenvolvimento inicial do milho, considerando diferentes doses e intervalos entre aplicação e semeadura. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de São João del-Rei, em Sete Lagoas, MG, em delineamento de blocos casualizados, no esquema fatorial 3×5 , com três doses de Clethodim (0; 0,3 e 0,5 L ha⁻¹) e cinco épocas de semeadura (0, 2, 4, 6 e 8 dias após a aplicação). Avaliaram-se as massas fresca e seca da parte aérea e das raízes. O Clethodim reduziu o desenvolvimento do milho semeado até dois dias após a aplicação, principalmente na maior dose. A partir de quatro dias, os efeitos foram reduzidos. Conclui-se que o intervalo mínimo de quatro dias contribui para diminuir os efeitos residuais do herbicida.

Palavras-chave: Sucessão, ACCase, herbicida, pré-semeadura.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is a crop of great economic importance and is frequently grown in succession to soybean. In this production system, the use of pre-sowing herbicides may cause residual effects on the crop. This study aimed to evaluate the effect of clethodim on the initial development of corn under different rates and intervals between herbicide application and sowing. The experiment was conducted at the Federal University of São João del-Rei, in Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil, using a randomized complete block design in a 3×5 factorial arrangement, with three clethodim rates (0, 0.3, and 0.5 L ha⁻¹) and five sowing times (0, 2, 4, 6, and 8 days after application). Fresh and dry masses of shoots and roots were evaluated. Clethodim reduced corn development when sowing was performed up to two days after application, especially at the highest rate. After four days, the effects were reduced. It was concluded that a minimum interval of four days contributes to reducing the residual effects of the herbicide.

Key words: Crop succession, ACCase, herbicide, pre-sowing.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos principais grãos cultivados no mundo devido a sua vasta utilização como componente importante na nutrição animal, podendo ser ofertado diretamente na forma de grão ou usado como insumo para rações (Ribeiro, 2021), também é consumido na alimentação humana como grão ou em produtos derivados (Swapna *et al.*, 2020) e nos últimos anos vem apresentando um crescimento na utilização e produção de etanol de milho (Silva e Castañeda-Ayarza, 2021). A cultura é muito utilizada em sucessão a soja, correspondendo a segunda safra (Prestes Junior, 2020), visto que o Brasil possui condições climáticas para mais de duas safras por ano. Em algumas regiões do país é possível realizar até mesmo uma terceira safra no inverno, permitindo o aumento da renda do produtor, melhor aproveitamento do solo e manejo de pragas e doenças (Souza, 2022).

Para obter sucesso na sucessão, uma etapa importante a ser realizada é o controle de plantas daninhas na área na pré-semeadura já que, em meio a cultura de interesse, gera uma competição por água, luz e nutrientes, sendo prejudicial as plantas, afetando seu desenvolvimento e, conseqüentemente, sua produtividade, bem como podendo ser hospedeira de pragas e doenças (Salomão *et al.*, 2020).

Para controlar essas plantas daninhas os herbicidas são usados há décadas, sendo a classe de agroquímicos mais comercializados no mundo devido a sua alta eficiência e resultados em pouco tempo após aplicação (Horn *et al.*, 2021). No entanto, a eficiência vem sendo perdida, pois as plantas têm adquirido resistência a certos defensivos como o glifosato, um herbicida amplamente utilizado como dessecante não seletivo para diversas espécies de daninhas (Shirzadifar *et al.*, 2020).

Dentre as espécies que apresentam biótipos resistentes, as Poaceae vêm sendo um grande problema, tendo como exemplo o capim amargoso (*Digitaria insularis*) (Rosa, 2023), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (Brosnan *et al.*, 2020) e o azevém (*Lolium multiflorum*) (Pagnoncelli Jr *et al.*, 2024). Para o controle de gramíneas, um dos grupos de herbicidas mais utilizado é o dos inibidores da ACCase, que inibem a enzima Acetil-CoA Carboxilase (Pereira, 2023).

Alguns herbicidas inibidores da ACCase, tem-se um período de espera de 30 a 120 dias após a aplicação para poder iniciar o plantio, esse efeito residual mesmo que conhecido tem forte impacto no sistema de produção pois interfere na janela de plantio,

atrasando esta operação pós dessecação de áreas (Mattiuzzi *et al*, 2023; Mahoney *et al*, 2016).

Dentre os inibidores da ACCase temos o Clethodim, um herbicida sistêmico de pré e pós-emergência do grupo químico oxima ciclohexanodiona, muito utilizado para o controle do capim amargoso (*Digitaria insularis*) e outras daninhas da família das Poaceae que apresentam resistência ao glifosato (Tezoto, 2023). De acordo com o MAPA 2026, hoje existem 55 produtos comerciais registrados com o princípio ativo Clethodim isolado ou em associação com outros herbicidas.

Com isto, este trabalho objetivou avaliar o efeito residual do herbicida Clethodim aplicado em pré semeadura do milho com diferentes intervalos de tempo para a semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Campus da Universidade Federal de São João del-Rei, situado na cidade de Sete Lagoas – MG, mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, localizado nas coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul, 44° 11' 53" de longitude oeste e altitude de 769 metros. A região possui clima tropical (AW) de acordo com a classificação de Köppen, com temperaturas médias superiores a 21,5 °C no mês mais frio. O delineamento experimental adotado foi Blocos Casualizados, em esquema fatorial 3 x 5, com 4 repetições. As unidades experimentais foram constituídas de vasos de 6 litros com 6 plantas em cada um, sendo utilizado a variedade de milho AS 1868 PRO4.

O primeiro fator foi constituído de 3 diferentes doses do herbicida, sendo 0, 0,3 e 0,5 L ha⁻¹ e o segundo fator as 5 épocas de aplicação antecedendo a semeadura (0, 2, 4, 6 e 8 dias antes da semeadura). As aplicações foram feitas utilizando um pulverizador costal de CO₂ a pressão constante, com vazão de 150 L ha⁻¹ conforme especificado pela bula do produto.

O trabalho foi iniciado com a aplicação das duas doses diferentes no mesmo dia e o plantio realizado conforme os tratamentos, sendo o primeiro plantio logo após a aplicação, o segundo plantio dois dias após aplicação, o terceiro ocorreu quatro dias depois, o quarto seis dias depois e o quinto e último plantio foi realizado oito dias após a aplicação.

Após o último dia de avaliação (20 dias), as plantas foram retiradas dos vasos e

lavadas. Foram feitas medições de altura, utilizando régua graduada e depois as raízes e partes aéreas foram separadas para pesagem de massa fresca. Após realizar o peso, as plantas foram colocadas em sacos de papel kraft e levadas a estufa a 65°C por quatro dias até atingir peso constante e em seguida pesadas para obter o peso de massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. A análise estatística dos dados experimentais foi efetuada utilizando o software Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é possível observar os resultados obtidos para o teste de ANOVA da avaliação do efeito residual do herbicida Clethodim na pré-semeadura do milho em doses e épocas diferentes.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos quadrados médios para Massa de Folha Fresca (FF), Massa de Folha Seca (FS), Massa de Raiz Fresca (RF) e Massa de Raiz Seca (RS) do milho após aplicação do Clethodim. Sete Lagoas, MG.

FV	GL	FF	FS	RF	RS
Dose	2	416,474*	10,844*	592,758*	16,716*
Época	4	134,195*	3,107*	345,101*	5,276*
Dose*Época	8	76,157*	1,375*	125,128*	1,773*
Erro	42	20,129	0,478	23,528	0,444
Total	59	2845,041	65,679	4593,092	87,627
CV (%)		46,59	48,10	46,62	48,58
Média Geral		9,631	1,438	10,405	1,642

*, significativo ao teste de F a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação de Clethodim em pré-semeadura influenciou negativamente o desenvolvimento inicial da cultura do milho, principalmente nos menores intervalos entre a aplicação do herbicida e a semeadura.

Tabela 2 - Massa de Folha Fresca de plantas de milho em função de doses de Clethodim e épocas de semeadura após a aplicação, Sete Lagoas, MG.

Dose	Época de semeadura (dias)				
	0	2	4	6	8
0	14,23 a	15,81 a	13,70 a	19,52 a	11,07 a
1	1,64 b	7,10 b	14,67 a	6,78 b	11,01 a
2	1,21 b	2,60 b	10,92 a	14,22 a	4,77 a

Na tabela 2 pode ser observado que a semeadura realizada logo após a primeira aplicação apresentou uma forte redução de massa de folha fresca tanto na dose de 0,3 quanto na de 0,5 Lha⁻¹. Aos dois dias após a aplicação ainda houve uma redução significativa principalmente na maior dose, resultado parecido obtido por Karam *et al.* (2012), mostrando que o desenvolvimento das plantas foi afetado negativamente com o aumento da concentração de Clethodim no solo, já a partir de 4 dias após a aplicação os dados não apresentaram diferenças estatísticas. Apesar da diferença estatística observada aos 6 dias após aplicação para massa de folha fresca, o comportamento não seguiu o padrão observado nas demais épocas avaliadas, indicando possível influência de fatores externos.

Tabela 3 - Massa de Raiz Fresca de plantas de milho em função de doses de Clethodim e épocas de semeadura após a aplicação, Sete Lagoas, MG.

Dose	Época de semeadura (dias)				
	0	2	4	6	8
0	12,24 a	17,29 a	13,55 a	31,11 a	9,21 a
1	2,14 b	6,89 b	14,06 a	7,75 c	8,03 a
2	2,81 b	2,92 b	8,94 a	19,78 b	4,97 a

Comportamento semelhante foi observado para a massa de raiz fresca (Tabela 3). As menores médias ocorreram em 0 e 2 dias após a aplicação, evidenciando a sensibilidade do sistema radicular ao herbicida residual nesse curto espaço de tempo após essa aplicação, principalmente na maior dose. Aos 4 dias após aplicação não houve diferença estatística entre os tratamentos, sugerindo redução da atividade residual do herbicida.

Tabela 4 - Massa de Folha Seca de plantas de milho em função de doses de Clethodim e épocas de semeadura após a aplicação, Sete Lagoas, MG.

Dose	Época de semeadura (dias)				
	0	2	4	6	8
0	2,00 a	2,54 a	2,34 a	2,78 a	1,76 a
1	0,25 b	1,01 b	2,14 a	0,96 b	1,61 a
2	0,17 b	0,37 b	1,68 a	1,96 ab	0,68 a

Os resultados referentes à massa de folha seca (Tabela 4) confirmaram o padrão observado para massa fresca. Houve redução significativa do acúmulo de biomassa nas épocas mais próximas da aplicação, principalmente aos 0 e 2 dias após aplicação. Aos 4 dias, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, demonstrando redução do efeito residual ao longo do tempo. Resultados semelhantes foram encontrados por Mattiuzzi *et al.* (2023), que relataram redução no crescimento inicial do milho submetido à aplicação prévia de herbicidas inibidores da ACCase em intervalos curtos entre dessecação e semeadura.

Tabela 5 - Massa de Raiz Seca de plantas de milho em função de doses de Clethodim e épocas de semeadura após a aplicação, Sete Lagoas, MG.

Dose	Época de semeadura (dias)				
	0	2	4	6	8
0	2,07 a	3,27 a	3,15 a	3,53 a	1,47 a
1	0,49 b	1,15 b	2,50 ab	0,91 c	1,22 a
2	0,45 b	0,50 b	1,87 b	2,18 b	0,77 a

Na massa de raiz seca (Tabela 5), novamente verificou-se maior efeito residual nos menores intervalos entre aplicação e semeadura. Nas épocas de 0 e 2 DAA, ambas as doses diferiram significativamente da testemunha, apresentando menores valores de biomassa radicular. Aos 4 dias após aplicação, a dose de 0,5 L ha⁻¹ ainda promoveu redução significativa da massa seca das raízes, demonstrando persistência do efeito residual mesmo após diminuição dos sintomas observados na parte aérea. Segundo Mahoney *et al.* (2016), herbicidas inibidores da ACCase podem apresentar efeito residual variável conforme dose, condições ambientais e intervalo de semeadura.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que o Clethodim apresenta efeito residual capaz de comprometer o desenvolvimento inicial da cultura do milho quando a semeadura é realizada em até dois dias após sua aplicação. Além disso, verificou-se que o aumento da dose do herbicida intensificou os efeitos fitotóxicos sobre as plantas, indicando que tanto a dose aplicada quanto o intervalo entre a aplicação e a semeadura são fatores determinantes para o posicionamento da época de semeadura.

REFERÊNCIAS

- BROSNAN, J. T.; ELMORE, M. T.; BAGAVATHIANNAN, M. V. Herbicide-resistant weeds in turfgrass: current status and emerging threats. *Weed Technology*, v. 34, n. 3, p. 424–430, 2020.
- HORN, T. K.; MESQUITA, M. O.; LOUREGA, R. V. O uso dos herbicidas no Brasil: estudo comparativo com a União Europeia. In: simpósio sobre sistemas sustentáveis, 6., 2021, on-line. *Anais: volume 1: artigos publicados como resumos*. Toledo, PR: GFM, 2021.
- KARAM, D. *et al.* Resposta de plantas de milho crescidas em solo contendo clethodim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA ERA DA BIOTECNOLOGIA, 38., 2012, Campo Grande, MS. *Anais [...]*. Campo Grande, MS: [s. n.], 2012.
- MAHONEY, K. J.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Examining the plant-back interval for glyphosate/glufosinate-resistant corn after the application of ACCase inhibitors. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 96, n. 1, p. 6–10, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0107>.
- MATTIUZZI, M. D.; NALIN, D.; FERREIRA, L. A. I.; PLACIDO, H. F.; BIFFE, D. F.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de. Carryover of ACCase inhibitors for corn. *Revista Ceres*, v. 70, n. 5, e70519, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202370050019>.
- PAGNONCELLI JUNIOR, F. de B. *et al.* Response characterization and target site mechanism study in glyphosate-resistant populations of *Lolium multiflorum* L. from Brazil. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 198, 105737, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105737>.
- PEREIRA, W. J. *et al.* Herbicidas ACCase no controle de capim-coraçana, capim-amargoso e capim-pé-de-galinha e efeito residual na cultura do milho. 2023.

PRESTES JUNIOR, J. V. *Sucessão soja-milho safrinha em função do arranjo de épocas de semeadura e ciclos de maturação da soja*. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2020.

RIBEIRO, F. W. *et al.* Análise econômico-financeira da implantação de soja com sucessão de milho e girassol safrinha. *Revista Agrotecnologia-Agrotec*, v. 12, n. 1, p. 1–13, 2021.

ROSA, W. *et al.* Monitoramento da resistência de *Digitaria insularis* a diferentes herbicidas. *Revista Agronomia Brasileira*, v. 7, p. 1–6, 2023.

SALOMÃO, P. E. A.; FERRO, A. M. S.; RUAS, W. F. Herbicides in Brazil: a brief review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 2, e32921990, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1990>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1990>.

SHIRZADIFAR, A.; BAJWA, S.; NOWATZKI, J.; SHOJAEIARANI, J. Development of spectral indices for identifying glyphosate-resistant weeds. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 170, 105276, 2020.

SILVA, A. L. da; CASTAÑEDA-AYARZA, J. A. Macro-environment analysis of the corn ethanol fuel development in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 135, 110387, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110387>.

SOUSA, P. A. de. *Residual de herbicidas aplicados na cultura de soja sobre cultivos subsequentes*. 2022. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.11.2022.tde-15092022-165157>.

SWAPNA, G.; JADESHA, G.; MAHADEVU, P. Sweet corn: a future healthy human nutrition food. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 9, n. 7, p. 3859–3865, 2020.

TEZOTO, M. *Efeito de diferentes herbicidas à base de clethodim e fluazifope-P-butilico no controle de capim-amargoso*. [S. l.]: Universidade Estadual Paulista, 22 nov. 2023.