

## TOLERÂNCIA INICIAL EM MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR 'CTC4' APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PÓS-TRANSPLANTIO

Anderson José Ruiz<sup>1</sup>, Fabricio Simone Zera<sup>2</sup>, Murilo Fuentes Peloso<sup>3</sup>, Leticia Serpa dos Santos<sup>4</sup>, Thais Kalinke da Silva<sup>5</sup>, Bárbara Kaoane Morais de Souza Biazussi<sup>6</sup>

### RESUMO:

Atualmente, o setor sucroalcooleiro tem se dedicado ao sistema de plantio por Mudas Pré-Brotadas (MPB) de cana-de-açúcar e um dos principais manejos da cultura é o controle químico de plantas daninhas. O presente estudo teve como objetivo avaliar a tolerância da cultivar de cana-de-açúcar CTC4 a seis tratamentos (clomazona, sulfentrazone, tebutiuron, clomazona + sulfentrazone, sulfentrazone + tebutiuron e a testemunha). O ensaio foi conduzido em vasos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicados na condição de pós-transplante das MPBs. Foram avaliados sintomas de fitotoxicidade, número de perfilhos e altura em diferentes datas. Os herbicidas sulfentrazone e sulfentrazone + tebutiuron causaram fitotoxicidade na cultivar, porém aos 90 dias após a aplicação os sintomas não estavam mais presentes nas plantas. Houve redução pontual da altura aos 30 DAA com sulfentrazone, com recuperação nas avaliações subsequentes, e o número de perfilhos não foi afetado. Conclui-se que as MPB da cultivar CTC4 apresentam tolerância inicial aos herbicidas avaliados.

**Palavras-chave:** Fitotoxicidade, *Saccharum* spp., seletividade.

## TOLERANCE OF 'CTC4' SUGARCANE PRE-SPROUTED SEEDLINGS TO POST-TRANSPLANT HERBICIDES

### ABSTRACT:

The sugarcane and ethanol industry has increasingly adopted pre-sprouted seedlings (PSS) for crop establishment, making chemical weed control a critical management practice during early development. This study aimed to evaluate the tolerance of the sugarcane cultivar CTC4 to five herbicide treatments: clomazone, sulfentrazone, tebutiuron, clomazone + sulfentrazone, and sulfentrazone + tebutiuron, compared against an untreated control. The experiment was conducted in pots using a completely randomized design with four replicates. Herbicide treatments were applied post-transplanting of the PSS. Phytotoxicity symptoms, tiller number, and plant height were evaluated at distinct intervals. While sulfentrazone and sulfentrazone + tebutiuron induced initial phytotoxicity in the cultivar, these symptoms completely subsided by 90 days after application (DAA). A temporary reduction in height was observed at 30 DAA with the sulfentrazone treatment; however, plants recovered in subsequent evaluations, and tiller emission was unaffected. It is concluded that CTC4 sugarcane pre-sprouted seedlings exhibit adequate tolerance to the tested herbicides, demonstrating successful recovery from early transient injury.

**Keywords:** Phytotoxicity, *Saccharum* spp., selectivity.

<sup>1</sup>Bacharel em Agronomia. Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior "Dr. Aristides de Carvalho Schlobach" (ITES), Taquaritinga-SP; andersonjrui19@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-0048-6446>. <sup>2</sup> Professor na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo-MS; fabriciozera@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5967-1851>. <sup>3</sup> Professor Adjunto na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo-MS; murilo.peloso@uems.br, <https://orcid.org/0000-0001-5627-8886>. <sup>4</sup> Professora no Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), Dourados-MS; leserpa88@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8210-8458>. <sup>5</sup> Bacharel em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo-MS; thaiskalinke2004@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-5778-1992>. <sup>6</sup> Bacharel em Agronomia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo-MS; barbarakaoane1995@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-7878-2962>.

## INTRODUÇÃO

O sistema de Mudanças Pré-Brotadas (MPB), desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), constitui uma alternativa ao plantio convencional ao reduzir para menos de duas toneladas a massa de mudas necessária para implantar um hectare, com maior qualidade e vigor, além de diminuir o risco de disseminação de pragas e doenças, resultando em canaviais mais homogêneos e sadios (Silva et al., 2024). Assim, ao demandar menor quantidade de material propagativo por hectare, o sistema contribui para maior eficiência na implantação do canavial e melhor padronização do estande (Otto et al., 2022).

Este método de multiplicação da cana-de-açúcar utiliza "minitoletes" (gemas individuais) submetidos a tratamento fitossanitário com fungicidas e inseticidas. As gemas são plantadas em tubetes com substrato e cultivadas em ambiente protegido e áreas de aclimação. Após cerca de 60 dias, quando apresentam sistema radicular consolidado, as mudas são transplantadas para o campo (Silva et al., 2024).

A eficácia do sistema de MPB está intrinsecamente ligada ao manejo fitossanitário, com destaque para o controle de plantas daninhas. Igualmente ao plantio convencional, a interferência de espécies infestantes em áreas de MPB pode comprometer severamente o estande inicial e o rendimento (Zera et al., 2016). Em condição de convivência prolongada, já foram observadas perdas extremas, com redução de até 100% das plantas após 120 dias de coexistência (Amaral et al., 2019). Nesse sistema, o manejo deve integrar métodos cultural, mecânico e químico, entretanto, como as mudas transplantadas possuem raízes em contato com a camada tratada, a seletividade do herbicida torna-se decisiva (Silva et al., 2018). Estudos de Giraldelel et al. (2018) em ambiente protegido corroboram essa necessidade de avaliação da tolerância nesse sistema. Herbicidas aplicados em pré e pós-plantio/transplântio em MPBs apresentaram injúrias baixas, porém parâmetros fitotécnicos sem diferenças em relação à testemunha.

A recomendação de um herbicida deve considerar a seletividade do mesmo, que é a capacidade do herbicida em eliminar as plantas daninhas sem reduzir a produtividade e a qualidade do produto final obtido no cultivo (Nandula et al., 2019). Uma vez que a base da seletividade aos

herbicidas é o nível diferencial de tolerância das culturas e das plantas daninhas a um tratamento específico, a seletividade trata-se, portanto, de um fator relativo, e não absoluto e, quanto maior a diferença de tolerância entre a cultivar e a planta daninha, maior a segurança de aplicação (Nandula et al., 2019).

A fitotoxicidade visual pode ocorrer nas avaliações iniciais após a aplicação de herbicidas, porém, dependendo do produto e da cultivar, os sintomas podem reduzir ou até mesmo desaparecer ao longo do tempo, sem refletir negativamente no crescimento e/ou produtividade (Barcellos Júnior et al., 2017; Garcia et al., 2019). Além disso, há evidências de que cultivares podem apresentar respostas diferenciadas (seletividade/tolerância) a herbicidas, reforçando a necessidade de validação por cultivar (Barcellos Júnior et al., 2017), especialmente em sistemas de mudas (Dias et al., 2017). De forma análoga, Ferreira et al. (2005) observaram que as cultivares de cana-de-açúcar têm apresentado respostas diferenciadas aos herbicidas, tendo como consequências frequentes problemas de fitotoxicidade, podendo ocasionar redução na produtividade do canavial.

A seletividade/tolerância a herbicidas resulta da interação entre absorção, translocação e, em grande parte, da capacidade de metabolização e compartimentalização do composto, reduzindo sua concentração no sítio de ação. Em geral, rotas envolvendo enzimas como citocromo P450 monooxigenases, glutathione S-transferases e glicosiltransferases contribuem para a detoxificação e para a menor expressão de injúrias na cultura (Nandula et al., 2019).

Diante do exposto, é necessário verificar a tolerância das cultivares de cana-de-açúcar nessa nova tecnologia de plantio, uma vez que o manejo da cultura foi modificado pelo novo sistema, ademais, destaca-se que novas cultivares são lançadas no mercado pelas instituições de pesquisa. Assim, objetivou-se avaliar a tolerância inicial de MPBs da cultivar CTC4 a herbicidas aplicados em pós-transplântio, por meio de fitotoxicidade visual e variáveis de crescimento (altura e número de perfilhos).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, de julho a dezembro de 2019, em casa de vegetação do Campo

Experimental das Faculdades ITES, situado na latitude de 21° 24' 22" S, longitude de 48° 30' 20" W e altitude de 579 m em relação ao nível do mar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos herbicidas para uso em pós-transplântio de mudas pré-brotadas da cultura da cana-de-açúcar mais o controle (testemunha), com quatro repetições (Tabela 1), perfazendo um total de 24 parcelas experimentais.

Cada parcela experimental consistiu em um vaso plástico com volume de 40 litros (43 cm de diâmetro superior; 34,5 cm de diâmetro inferior e 35,5 cm de altura) contendo uma planta. Os vasos foram preenchidos com o solo coletado do Campo Experimental, de textura argilosa. Foram realizadas a análise do solo e as recomendações de correção e de adubação foram seguidas de acordo com as recomendações para a cultura da cana-de-açúcar (Cantarella et al., 2022).

**Tabela 1.** Descrição dos herbicidas e/ou misturas aplicados em pós-transplântio de MPB da CTC4.

Tratamento	Herbicidas	Nome comercial	Concentração	Doses	
				kg i.a. ha <sup>-1</sup>	L p.c. ha <sup>-1</sup>
T1	Testemunha	Sem herbicida			
T2	clomazona	Gamit 360 CS	360 CS	1,26	3,5
T3	sulfentrazone	Boral 500 SC	500 SC	0,80	1,6
T4	tebutiuron	FortalezaBR	500 SC	1,20	2,4
T5	clomazona	Gamit 360 CS	360 CS	1,26	3,5
	sulfentrazone	Boral 500 SC	500 SC	0,80	1,6
T6	sulfentrazone	Boral 500 SC	500 SC	0,80	1,6
	tebutiuron	FortalezaBR	500 SC	1,20	2,4

i.a. – ingrediente ativo; p.c – produto comercial, SC – Suspensão Concentrada; CS – Concentrado Solúvel.

As mudas de cana-de-açúcar utilizadas no experimento foram da cultivar CTC4, que apresenta toneladas de cana por hectare (TCH) elevado, adaptabilidade ao plantio mecanizado e perfilhamento elevado de acordo com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2021). A tecnologia de plantio utilizada na formação foi de MPBs que se apresentavam com 90 dias de idade na ocasião do transplântio das mudas nos vasos.

A instalação do experimento ocorreu pelo transplântio das MPBs da CTC4 no centro de cada vaso e, 15 dias após o transplântio (DAT), foram aplicados os herbicidas em pós-transplântio das MPBs. A irrigação dos vasos foi realizada diariamente, por reposição hídrica manual, de modo a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo, evitando-se déficit hídrico e drenagem excessiva pelos orifícios do vaso.

Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão de 30 lb pol<sup>-2</sup>, equipado com barra contendo quatro bicos leque TTI11002, espaçados entre si de 0,5 m, com consumo de 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. Na ocasião, as

condições climáticas eram de temperatura média de 24,8° C, umidade relativa do ar 74,1 % e vento de 1,62 km h<sup>-1</sup>.

Os efeitos dos herbicidas foram avaliados aos 7, 28, 60 e 90 dias após a aplicação (DAA) de acordo com os sintomas visuais de fitotoxicidade, sendo os efeitos fitotóxicos dos herbicidas sobre a cana-de-açúcar avaliados por observações visuais da sintomatologia de injúrias nas plantas tratadas, seguindo a escala de notas apresentadas na tabela 2.

A altura e número de perfilhos foram avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA), sendo a altura medida com uma trena (em cm), colocada rente ao solo até última folha totalmente expandida (folha +3) e o número de perfilhos por contagem de brotos vingados.

Os dados obtidos para cada uma das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste *F* ( $p \leq 0,05$ ) e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* a 5%, utilizando o programa estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015).

**Tabela 2.** Escala percentual para avaliação dos sintomas visuais de fitotoxicidade nas plantas adaptada por Rolim (1989).

Escala (%)	Descrição	Injúria
0	Sem efeito	Sem injúria perceptível.
10	Efeitos leves	Ligeira descoloração e menor porte.
20		Descoloração e menor porte/estande.
30		Injúria mais pronunciada, mas não duradoura.
40	Efeitos moderados	Injúria moderada, cultura em recuperação.
50		Injúria duradoura, recuperação duvidosa.
60		Injúria duradoura, sem recuperação.
70	Efeitos severos	Injúria severa com perda de estande.
80		Cultura quase totalmente destruída.
90		Apenas algumas plantas sobreviventes.
100	Efeitos totais	Destruição total das plantas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores níveis de fitotoxicidade foram observados nos tratamentos contendo sulfentrazone, aplicada isoladamente ( $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e em mistura com tebutiuron ( $0,8 + 1,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ), com valores aproximados de 70% aos 7 DAA e 55% aos 28 DAA (Figura 1). A partir de 60 DAA, observou-se redução acentuada dos sintomas e, aos 90 DAA, não foram mais observadas injúrias visuais nas plantas.

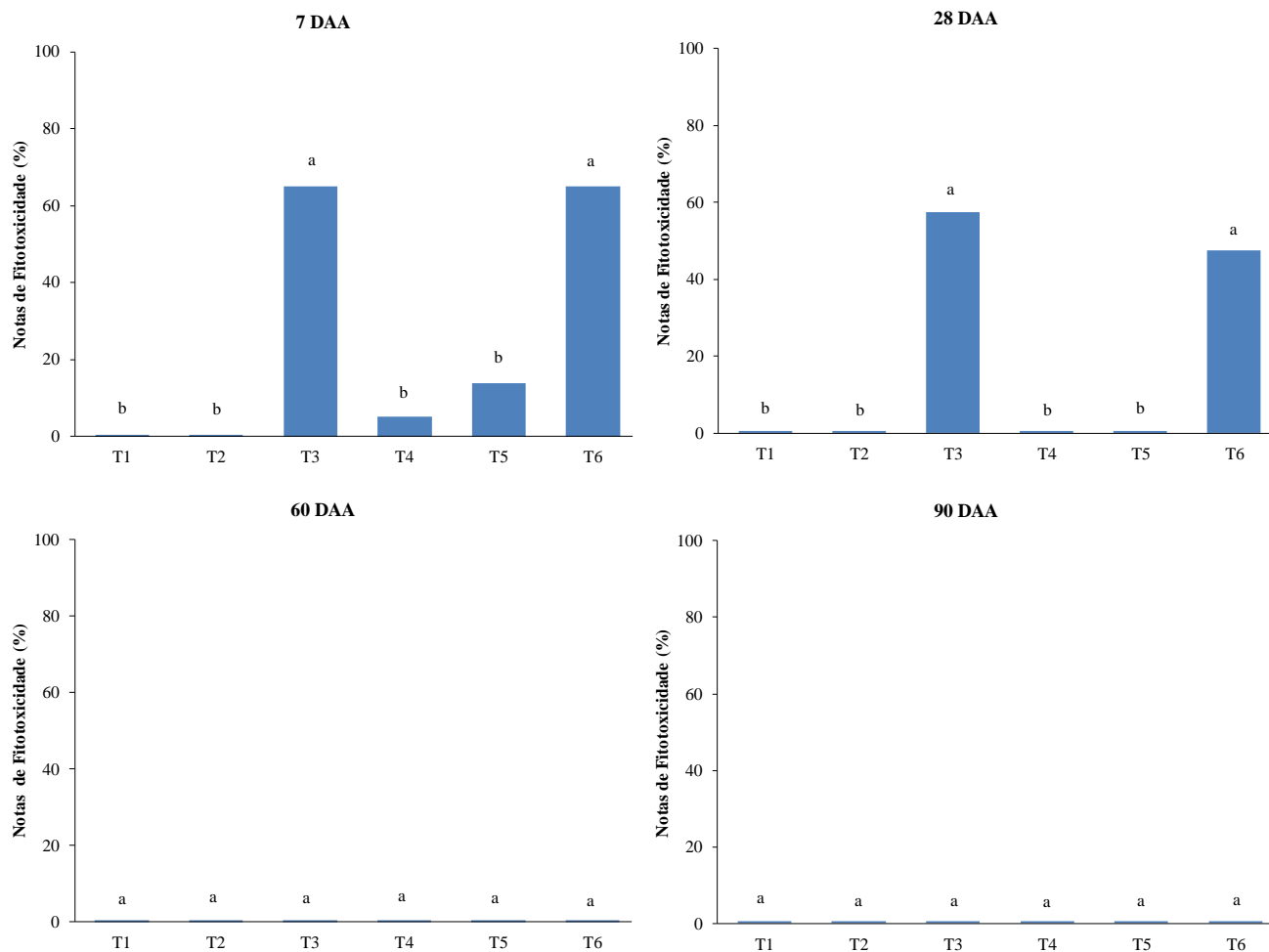
A redução progressiva da fitotoxicidade ao longo do tempo, com ausência de sintomas aos 90 DAA, indica que as injúrias observadas foram transitórias na cultivar CTC4. Embora o mecanismo de recuperação não tenha sido mensurado diretamente, o padrão temporal sugere que, após o estresse inicial, houve retomada do crescimento e emissão de novas folhas, contribuindo para a diminuição da expressão visual de injúria. Esse comportamento é relevante no sistema MPB, no qual a fase inicial é mais sensível a estresses, mas a recuperação pode ocorrer quando não há comprometimento permanente do desenvolvimento (Garcia et al., 2019; Sabbag et al., 2017).

Os maiores níveis de fitotoxicidade ocorreram nos tratamentos que continham sulfentrazone, tanto na aplicação isolada quanto na mistura sulfentrazone + tebutiuron, indicando que a injúria visual observada esteve majoritariamente associada à sulfentrazone nas condições do experimento. Considerando que o tebutiuron aplicado isoladamente não apresentou incremento relevante de fitotoxicidade em relação à

testemunha, é plausível interpretar que o efeito da mistura tenha sido decorrente da presença de sulfentrazone, com possível efeito aditivo do tebutiuron sobre o estresse inicial, sem evidência de injúria expressiva quando aplicado sozinho. Dessa forma, apesar da injúria visual inicial, o comportamento observado caracteriza tolerância inicial com recuperação da cultivar nas condições do ensaio.

Do ponto de vista fisiológico, a sulfentrazone atua no cloroplasto e inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), que atua na oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX (percurso de clorofila), devido a peroxidação de lipídios, resultando em perda da clorofila e de carotenoides e no rompimento das membranas, as plantas suscetíveis apresentam necrose nas folhas e conseqüentemente a morte (Gehrke et al., 2020).

Embora no presente estudo o tebutiuron isolado não tenha se destacado quanto à fitotoxicidade visual, esse herbicida, do grupo químico das ureias, atua na inibição do fotossistema II, onde a molécula do herbicida compete com a plastoquinona (PQ) pelo sítio de ligação do complexo de proteína D1 dentro do fotossistema II (Battaglino et al., 2021). Com isso, de acordo com os mesmos autores, inibe-se o transporte de elétrons, impedindo a formação de NADPH e ATP, e conseqüentemente o ciclo de redução de carbono. As folhas das plantas sensíveis apresentam-se clorose seguidas de necrose e morte.



**Figura 1.** Notas de fitotoxicidade (%) dos herbicidas nas MPB da cv. CTC4 de cana-de-açúcar, aos 7, 28, 60 e 90 DAA.

Em estudo com diferentes herbicidas aplicados em pré e pós-transplante em MPBs da cultivar RB985476, Giraldeli et al. (2018) verificaram que os herbicidas ethoxysulfuron (doses 67,5, 135 e 270 g ha<sup>-1</sup>), halosulfuron (56,25, 112,5 e 225 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (670, 1.340 e 2.680 g ha<sup>-1</sup>) e MSMA (987,5, 1975 e 3.950 g i.a. ha<sup>-1</sup>) em pós-transplante foram considerados seletivos, uma vez que os sintomas de injúrias foram leves (variando de 30 a 1%) e, para outros parâmetros avaliados não foram diferentes da testemunha. Entretanto, observaram nas aplicações em pré-plantio sintomas de injúrias até os 60 dias após a aplicação (DAA) para sulfentrazone na dose de 1.600 g ha<sup>-1</sup>.

Em condições de pré-plantio, Sabbag et al. (2017) também observaram injúrias com a sulfentrazone (700 g ha<sup>-1</sup>), até 60 DAA em MPB da variedade RB867515. Esse contraste reforça que a seletividade inicial pode variar em função do sistema de implantação (MPB/minirrebolo), da variedade e do tratamento herbicida (Silva et al., 2020).

Os tratamentos com clomazona e tebutiuron, isolados ou em mistura não causaram fitotoxicidade significativa neste estudo, diferente dos resultados que Dias et al. (2017) encontraram estudando as variedades CTC7, CTC14 e RB966928, que apresentaram sintomas leves de fitotoxicidade, na ordem de 2,1%, à clomazona (1000 g ha<sup>-1</sup>). Esse tipo de divergência reforça a influência de cultivar e do sistema de implantação na expressão de seletividade, devendo-se validar por cultivar (Dias et al., 2017; Silva et al., 2020).

Os dados referentes ao número de perfilhos da cv. CTC4 (Tabela 3) revelaram que não houve influência significativa dos herbicidas aplicados, isolados ou em mistura, em nenhuma das épocas avaliadas (30, 60, 90 e 120 DAA). Observou-se que as médias variaram de 3,00 a 4,00 perfilhos por planta, mantendo-se estatisticamente iguais à testemunha sem aplicação. Esses resultados indicam que as moléculas de clomazona, sulfentrazone e tebutiuron, nas doses testadas, apresentam

seletividade para as mudas pré-brotadas desta cultivar, não comprometendo a capacidade de perfilhamento inicial, que é um componente biométrico essencial para o fechamento do canavial e posterior rendimento de colmos.

**Tabela 3.** Número de perfilhos das MPB da cv. CTC4 de cana-de-açúcar avaliado aos 30, 60, 90 e 120 DAA.

Herbicidas	Número de Perfilhos			
	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Testemunha	3,50 a	3,25 a	3,50 a	3,25 a
clomazona (1,26 kg ha <sup>-1</sup> )	4,00 a	3,50 a	3,00 a	3,75 a
sulfentrazona (0,8 kg ha <sup>-1</sup> )	3,50 a	3,25 a	3,25 a	3,00 a
tebutiuron (1,2 kg ha <sup>-1</sup> )	3,25 a	3,00 a	3,50 a	3,25 a
clomazona + sulfentrazona (1,26 + 0,8 kg ha <sup>-1</sup> )	3,25 a	3,00 a	3,25 a	3,50 a
sulfentrazona + tebutiuron (0,8 + 1,2 kg ha <sup>-1</sup> )	3,75 a	3,25 a	3,50 a	3,75 a
F	0,75 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
CV (%)	19,11	17,03	18,03	27,60
dms	01,52	01,61	01,35	02,12

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F); ns (não significativo); CV (coeficiente de variação); dms (diferença mínima significativa).

Essa estabilidade é fundamental, pois, conforme discutido por Zera et al. (2021), o perfilhamento precoce em áreas de MPB é um dos principais determinantes da produtividade final, uma vez que garante a ocupação rápida do espaço e reduz a janela de matocompetição.

O parâmetro altura das plantas (Tabela 4) apresentou diferença entre os herbicidas apenas na

primeira avaliação, aos 30 DAA, com valores variando de 42,50 a 60,25 cm. Nas demais avaliações (60, 90 e 120 DAA), não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, resultado semelhante ao observado por Giraldele et al. (2018), que também verificaram redução da altura em MPBs da cv. RB985476 tratadas com sulfentrazona (1600 g ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 4.** Altura das MPB da cv. CTC4 de cana-de-açúcar avaliada aos 30, 60, 90 e 120 DAA.

Herbicidas	Altura (cm)			
	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Testemunha	58,00 ab	107,25 a	141,00 a	185,75 a
clomazona (1,26 kg ha <sup>-1</sup> )	52,75 ab	97,00 a	136,50 a	175,75 a
sulfentrazona (0,8 kg ha <sup>-1</sup> )	42,50 b	89,25 a	130,75 a	172,75 a
tebutiuron (1,2 kg ha <sup>-1</sup> )	54,00 ab	92,50 a	136,25 a	179,25 a
clomazona + sulfentrazona (1,26 + 0,8 kg ha <sup>-1</sup> )	51,75 ab	97,75 a	130,00 a	162,75 a
sulfentrazona + tebutiuron (0,8 + 1,2 kg ha <sup>-1</sup> )	60,25 ab	105,25 a	138,25 a	175,75 a
F	03,26*	1,15 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>
CV (%)	09,61	13,31	9,45	7,55
dms	11,69	29,37	28,77	29,77

\* (significativo a 5% de probabilidade pelo teste F); \*\* (significativo a 1% de probabilidade pelo teste F); ns (não significativo); CV (coeficiente de variação); dms (diferença mínima significativa).

Em MPBs, há evidências de que aplicações em pós-plantio podem resultar em injúrias baixas e ausência de diferenças em parâmetros de crescimento em relação à testemunha, a depender do herbicida e das condições (Giraldele et al., 2018), reforçando a necessidade de validação por cultivar (Dias et al., 2017). Nesse sentido, Ferreira et al. (2005) testaram a tolerância de onze cultivares de cana-de-açúcar a

diferentes herbicidas, e verificaram que apenas a cultivar RB855113 apresentou redução de altura, o que comprova que existem diferenças de respostas entre cultivares.

Embora os tratamentos herbicidas na cv. CTC4 tenham resultado em alturas numericamente inferiores à testemunha até os 120 DAA, a ausência de diferença estatística sugere uma tolerância da

cultivar às moléculas testadas. Esse comportamento corrobora os achados de Zera et al. (2011), que observaram sintomas iniciais de injúria e redução momentânea no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar, seguidos por uma recuperação plena das plantas sem prejuízos ao rendimento final. Essa característica de seletividade fisiológica permite que a planta metabolize o herbicida ou compense o crescimento retardado durante o ciclo de produção, tornando as variações numéricas insuficientes para comprometer o estabelecimento da cultura.

Com base em observações de campo, os herbicidas tradicionalmente utilizados no manejo de plantas daninhas da cana-de-açúcar podem apresentar potencial de toxicidade às mudas, especialmente quando aplicados logo após o transplântio, pois, diferentemente do sistema convencional, em que o material propagativo é constituído por toletes, no sistema MPB utilizam-se mudas já com sistema radicular formado. No sistema MPB, a ocorrência de injúrias iniciais pode estar associada ao contato do sistema radicular com a camada tratada, porém os sintomas podem reduzir ao longo do tempo sem reflexos persistentes em crescimento, dependendo da combinação do herbicida e da cultivar (Silva et al., 2018; Garcia et al., 2019).

Embora a sulfentrazone, isolada ou em mistura com tebutiuron, tenha ocasionado injúrias visuais iniciais, observou-se recuperação completa até 90 DAA e ausência de efeitos sobre altura e número de perfilhos até 120 DAA. Ressalta-se que o ensaio foi conduzido em vasos e casa de vegetação, portanto, a extrapolação para condições de campo deve considerar fatores edáficos e de manejo hídrico que influenciam a disponibilidade dos herbicidas (Gehrke et al., 2020).

Sob condições de campo, a magnitude e a persistência da fitotoxicidade são influenciadas pela cobertura de palhada e pelo regime hídrico pós-aplicação. Adicionalmente, atributos edáficos como textura e teor de matéria orgânica desempenham papel crucial, uma vez que modulam a adsorção e a mobilidade dos herbicidas no perfil do solo (Carbonari et al., 2016; Tropaldi et al., 2021; Castro et al., 2024). Ainda assim, os resultados indicam que a cultivar CTC4 apresenta tolerância inicial aos tratamentos avaliados, com maior risco de injúria transitória quando utilizado sulfentrazone.

## CONCLUSÃO

As mudas pré-brotadas (MPB) da cultivar de cana-de-açúcar 'CTC4' apresentam tolerância inicial aos herbicidas clomazona, sulfentrazone e tebutiuron, aplicados isoladamente ou em mistura em pós-transplântio.

Embora a sulfentrazone (isolada ou em mistura com tebutiuron) cause sintomas de fitotoxicidade visual e redução pontual da altura aos 30 DAA, essas injúrias são transitórias, com recuperação completa das plantas até os 90 dias após a aplicação.

O número de perfilhos não é afetado por nenhum dos tratamentos herbicidas avaliados, garantindo a manutenção do estande inicial e do potencial produtivo da cultivar sob as condições deste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, F.C.R.; Nepomuceno, M.P.; Chaves, A.R.C.S.; Carlin, S.D. & Azania, C.A.M. (2019). Weed interference periods in pre-sprouted sugarcane seedlings. **Planta Daninha**, 37: e019203772. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100105>
- Barcellos Júnior, L.H.; Pereira, G.A.M.; Gonçalves, V.A.; Matos, C.C. & Silva, A.A. (2017). Differential tolerance of sugarcane cultivars to clomazone. **Planta Daninha**, 35: e017169352. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100069>
- Barbosa, J.C. & Maldonado Júnior, W. (2015). **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal, FCAV/UNESP. 396p.
- Battaglino, B.; Grinzato, A. & Pagliano, C. (2021). Binding properties of photosynthetic herbicides with the Q<sub>B</sub> site of the D1 protein in plant photosystem II: a combined functional and molecular docking study. **Plants (Basel)**, 10(8): 1501. <https://doi.org/10.3390/plants10081501>
- Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Matos JR., D.; Boaretto, R.M. & Raij, B.V. (eds.) (2022). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 3ª ed. Campinas: Instituto Agrônômico. 489 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

- Carbonari, C.A.; Gomes, G.L.G.C.; Trindade, M.L.B.; Silva, J.R.M. & Velini, E.D. (2016). Dynamics of sulfentrazone applied to sugarcane crop residues. **Weed Science**, 64(1): 201–206. <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00171.1>
- Castro, R.A.; Castro, S.G.Q.; Menandro, L.M.S.; Kuva, M.A. & Carvalho, J.L.N. (2024). Effect of postharvest sugarcane straw amount and herbicides on *Digitaria* spp. control and green cane yield. **Weed Science**, 72(5): 604–614. <https://doi.org/10.1017/wsc.2024.45>
- CTC. Centro de Tecnologia Canavieira (2021). **Bula Técnica de Variedades 2021 – CTC4**. Disponível em: <https://ctc.com.br/produtos/storage/2018/09/Bula-CTC4-2021.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2025.
- Dias, J.L.C.S.; Silva Junior, A.C.; Queiroz, J.R.G. & Martins, D. (2017). Herbicides selectivity in pre-budded seedlings of sugarcane. **Arquivos do Instituto Biológico**, 84: 1-9. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000112015>
- Ferreira, E.A.; Santos, J.B.; Silva, A.A.; Ventrella, M.C. & Barbosa, M.H.P.; Procópio, S.O. & Rebello, V.P.A. (2005). Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn. **Planta Daninha**, 23(1): 93-99. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582005000100012>
- Garcia, M.P.; Hijano, N.; Chaves, A.R.C.S.; Nepomuceno, M.P. & Alves, P.L.C.A. (2019). Herbicide selectivity in pre-sprouted seedlings of ‘CTC14’ sugarcane. **Arquivos do Instituto Biológico**, 86: e0612018. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000612018>
- Gehrke, V.R.; Camargo, E.R. & Avila, L.A. (2020). Sulfentrazone: environmental dynamics and selectivity. **Planta Daninha**, 38: e020215663. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100032>
- Giraldeli, A.L.; Silva, A.F.M.; Brito, F.C. de; Araújo, L.daS.; Pagenotto, A.C.V.; Moraes, J.P.de & Victoria Filho, R. (2018). Crescimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em duas modalidades de aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 17(3): 1-12. <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i3.588>
- Nandula, V.K.; Riechers, D.E.; Ferhatoglu, Y.; Barrett, M.; Duke, S.O.; Dayan, F.E.; Goldberg-Cavalleri, A.; Tétard-Jones, C.; Wortley, D.J.; Onkokesung, N.; Brazier-Hicks, M.; Edwards, R.; Gaines, T.; Iwakami, S.; Jugulam, M. & Ma, R. (2019). Herbicide Metabolism: Crop Selectivity, Bioactivation, Weed Resistance, and Regulation. **Weed Science**, 67(2): 149–175. <https://doi.org/10.1017/wsc.2018.88>
- Otto, R.; Machado, B.A.; Silva, A.C.M.; Castro, S.G.Q. & Lisboa, I.P. (2022). Sugarcane pre-sprouted seedlings: A novel method for sugarcane establishment. **Field Crops Research**, 275: 108336. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108336>
- Rolim, J.C. (1989). **Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul.
- Sabbag, R.S.; Monquero, P.A.; Hirata, A.C.S. & Santos, P.H.V. (2017). Crescimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 16(1): 38-49. <https://doi.org/10.7824/rbh.v16i1.481>
- Silva, G.S.; Silva, A.F.M.; Giraldeli, A.L.; Ghirardello, G.A.; Victoria Filho, R. & Toledo, R.E.B. (2018). Manejo de plantas daninhas no sistema de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 17(1): 86–94. <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.526>
- Silva, P.V.; Viana, H.R.M.; Malardo, M.R.; Dias, R.C.; Inácio, E.M.; Ribeiro, N.M.; Monquero, P.A. & Christoffoleti, P.J. (2020). Sensibilidade de mudas pré-brotadas e minirrebolos de cana-de-açúcar a herbicidas pré-emergentes. **Nativa**, 8(4): 498–505. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i4.10154>
- Silva, F. C.; Luchiari Júnior, A.; Freitas, P. L.; Pereira, W.; Coleti, J. T.; Rodrigues, G. C.; Carvalho, M. L.; Christoffoleti, D. (2024). Produção, plantio e condução de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. In: Silva, F. C.; Freire, F. J. (eds.). **Inovação e desenvolvimento em cana-de-açúcar: manejo, nutrição, bioinsumos, recomendação de corretivos e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa. p. 161–181.

- Tropaldi, L.; Carbonari, C.A.; Brito, I.P.F.S.de; Matos, A.K.A.de; Moraes, C.P.de & Velini, E.D. (2021). Dynamics of Clomazone Formulations Combined with Sulfentrazone in Sugarcane (*Saccharum* spp.) Straw. **Agriculture**, 11(9): 854. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090854>
- Zera, F.S.; dos Santos, L.S. & Rodrigues, A.D. (2021). As tecnologias de plantio da cana-de-açúcar e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas. In: Moura, P.H.A & Monteiro, V.F.C. (eds.). **Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 2**. Ponta Grossa, PR: Atena. p. 53-65. <https://doi.org/10.22533/at.ed.0142129115>
- Zera, F.S.; Schiavetto, A.R. & Azania, C.A.M. (2016). Interferência de plantas daninhas em mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar nas tecnologias Plene PB, Plene Evolve e MPB-IAC. **STAB**, 34: 40-42.
- Zera, F.S.; Azania, C.A.M.; Schiavetto, A.R.; Lorenzato, C.M. & Azania, A.A.P.M. (2011). Tolerância de diferentes cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) a herbicidas. **Planta daninha**, 29: 591-599. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000300013>.