Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós transplante de mudas pré-
brotadas de cana-de-açúcar

Marcelo Galvão D’Agosto

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2019

Marcelo Galvão D'Agosto
Engenheiro Agrônomo

**Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós transplante de mudas pré-brotadas de
cana-de-açúcar**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

D'Agosto, Marcelo Galvão

Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós transplante de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar / Marcelo Galvão D'Agosto. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

58 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Seletividade 2. MPB 3. Cana-de-açúcar 4. Herbicidas 5. Fitotoxicidade I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, à todos que acreditam na educação, e que de certo modo incentivem a pesquisa, sabendo que esta promove não somente à uma formação pessoal melhor, mas sim de uma nação com um futuro promissor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo à Deus, por me proporcionar tudo o que necessito para seguir o meu trajeto.

À minha família por sempre me apoiar nas minhas decisões

À minha namorada Mariana Cepollaro Diana por sempre estar presente em todos os momentos desde o início de minha graduação.

Agradeço aos meus colegas de turma, aos moradores da república X.Boiadeira e integrantes do grupo Pro-Hort.

Ao Prof .Dr. Ricardo Victoria Filho, por me orientar ao longo de minha graduação e pós-graduação.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e seus funcionários, por propiciar qualidade na formação de alunos.

À todos os funcionários do Departamento de produção vegetal que de alguma forma me auxiliaram na condução do projeto e na minha formação.

À empresa FMC, por fornecer a oportunidade aos seus prestadores de serviço a se especializarem.

“Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ONTEM e o outro se chama AMANHÃ, portanto HOJE é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver”

Dalai Lama

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS.....	10
2. SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS TRANSPLANTE DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	13
2.1 INTRODUÇÃO.....	14
2.1.1 A CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL.	14
2.1.2 MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	15
2.1.3 SISTEMAS DE PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR	17
2.1.4 PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	18
2.1.5 HERBICIDAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	19
2.1.5.1 Clomazone	20
2.1.5.2 Diclosulam	21
2.1.5.3 Diuron	21
2.1.5.4 Metribuzin.....	22
2.1.5.4 Sulfentrazone	22
2.1.5.6 Tebutiuron	23
2.1.6 SELETIVIDADE	23
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	26
2.2.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
2.2.1.1 Fitotoxicidade	29
2.2.1.2 Altura	32
2.2.1.3 Número de Perfilho.....	32
2.2.1.4 Número médio de colmos por touceira.....	33
2.2.1.5 Número médio de entre nós por colmo.....	34
2.2.1.6 Produtividade.....	34
2.2.1.7 Germinação de gemas laterais.....	35
2.3 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
3. SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ E PÓS TRANSPLANTE DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	41
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	41
3.1 INTRODUÇÃO	42
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
3.4.1 Fitotoxicidade	46
3.4.2 Altura	54
3.4.3 Biomassa seca da parte aérea.....	56
3.5 CONCLUSÃO:	57
REFERÊNCIAS.....	57

RESUMO

Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós transplante de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

O emprego de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar, no sistema canavieiro, cresceu imensamente nos últimos anos. Entretanto, a carência de informações no manejo com herbicidas no sistema pode comprometer a tecnologia. Com o objetivo de compreender melhor os efeitos causados por diferentes herbicidas aplicados em pré e pós-transplantes das MPBs de cana-de-açúcar da variedade CTC4, este estudo foi conduzido em duas etapas em diferentes condições. Os tratamentos foram definidos com base nos herbicidas mais usuais do setor. Ambos experimentos foram conduzidos no centro de pesquisa da FMC em Paulínia (SP), onde efeitos como fitotoxicidade, altura, produtividade, número de perfilhos, número de colmos e germinação foram avaliados. Para o experimento de campo, observou-se que apesar de injúrias iniciais causadas por diversos herbicidas, apenas o sulfentrazone promoveu redução de produtividade, entretanto todos tratamentos aos 60 dias após à aplicação não apresentavam sintomas de fitotoxidez. A partir desse primeiro estudo, foi realizado em casa de vegetação outro experimento, buscando analisar os mesmos herbicidas em diferentes posicionamentos de aplicação e em dois tipos de solo. Quando posicionado em pré transplante os sintomas de injúrias foram mais elevados, comprometendo o desenvolvimento de alguns tratamentos. Neste caso, o diclosulam mostrou-se o menos seletivo independentemente do tipo de solo estudado, seguido pelo clomazone. Entretanto, a literatura mostra que resultados de seletividade variam de acordo com as condições empregadas e principalmente variedades da cultura, assim, repetições deste estudo devem ser realizadas para possibilitar uma melhor compreensão e validação dos dados.

Palavras-chave: Seletividade; MPB; Cana-de-açúcar; Herbicida

ABSTRACT

Selectivity of herbicides applied in pre and post transplant of pre-sprouted seedlings of sugarcane

The use of pre-sprouted seedlings (PSS) of sugarcane in the sugarcane's system has grown immensely in recent years. However, lack of information on herbicide management in the system may compromise the technology. In order to better understand the effects caused by different herbicides applied in pre and post-transplantation of sugarcane MPBs variety CTC4, this study was conducted in two stages under different conditions. The treatments were defined based on the herbicides most common in the industry. Both experiments were conducted at the FMC research center in Paulínia (SP), where effects such as phytotoxicity, height, yield, number of tillers, number of stems and germination were evaluated. For the field experiment, it was observed that in spite of initial insults caused by several herbicides, only sulfentrazone promoted a reduction of productivity, however all treatments at 60 days after application did not present phytotoxicity symptoms. From this first study, another experiment was carried out in a greenhouse, trying to analyze the same herbicides in different application positions and in two types of soil. When positioned in pretransplantation the symptoms of injuries were higher, compromising the development of some treatment. In this case, diclosulam showed to be the least selective independent of the type of soil studied, followed by clomazone. However, the literature shows that selectivity results vary according to the conditions employed and mainly the crop varieties, thus, repetitions of this study should be performed to enable better understanding and validation of the data.

Keywords: Selectivity; PSS; Sugarcane; Herbicide

1. INTRODUÇÃO GERAL

No setor do agronegócio nacional a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) tem grande destaque, visto que o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de álcool e açúcar provenientes de cana-de-açúcar, sendo o estado de São Paulo nacionalmente o maior produtor (Conab, 2018).

Em decorrência de baixas produtividades no setor, principalmente provocadas por canaviais mais velhos e baixa taxa de renovação, tecnologias como a utilização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (MPB) vem ganhando destaque.

Tanto no plantio de MPBs de cana-de-açúcar como nos plantios convencionais com rebolos, o controle das plantas daninhas é extremamente importante para o pleno desenvolvimento da cultura. Segundo Victoria Filho e Christoffoleti (2004), a interferência sofrida pela presença das plantas daninhas podem provocar perdas na produtividade da cultura em até 85%, quando não controladas adequadamente. Existem diferentes métodos de controle das plantas daninhas, sendo o controle químico o método mais utilizado em razão de sua alta eficácia, alto rendimento e baixo custo em relação a outros métodos de controle (PEDRINHO et al., 2001). Devido ao longo ciclo da cana-de-açúcar, destacam-se os herbicidas residuais e seletivos aplicados em pré-emergência das plantas daninhas, de modo a proporcionar um desenvolvimento pleno da cultura.

O principal método de controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é o químico através da aplicação de herbicidas, tanto na condição de pré como de pós-emergência. O controle químico de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar é uma prática bastante difundida em todo o país. A lavoura ocupa o segundo lugar no consumo de herbicidas, mas a primeira em utilização por metro quadrado (ROLIM, et al 2000).

No controle químico, a seletividade de herbicidas é a base para o sucesso da operação e a recomendação de um herbicida está condicionada à sua seletividade. Seletividade de herbicidas é a capacidade de eliminar espécies vegetais indesejáveis sem promover reduções economicamente significativas, tanto na qualidade quanto na quantidade produzida pela cultura (VELINI et al., 2000).

De acordo com Fagliari et al. (2001), a seletividade de novos herbicidas deve ser avaliada nas variedades de cana-de-açúcar mais plantadas, assim como a tolerância de variedades recém lançadas aos herbicidas tradicionalmente utilizados. Na prática, estas avaliações são realizadas em estudos específicos sobre seletividade, com metodologia própria para cana-de-açúcar e, sempre sem a presença da comunidade infestante. Assim como em outras culturas, a característica mais estudada, em relação ao comportamento de herbicidas na cana-de-açúcar, é a eficácia dos

herbicidas. Geralmente, trabalhos direcionados à avaliação da seletividade são feitos juntamente com o estudo da eficácia. Quando se realiza um ensaio para se testar essas duas características ao mesmo tempo, corre-se o risco de se comprometer os resultados, pois a presença de plantas daninhas convivendo com a cultura interfere na avaliação da seletividade (VELINI, 1995). Um outro fato é que a seletividade não deve ser avaliada observando-se somente os sintomas visuais de intoxicação, pois sabe-se que existem herbicidas que reduzem a produtividade da cultura sem manifestar sintomas visuais e outros que provocam injúrias acentuadas, mas que permitem à cultura manifestar plenamente seu potencial produtivo. Portanto, na avaliação da seletividade, além dos sintomas visuais de intoxicação, é importante considerar os dados de produtividade da cultura (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995).

A utilização de MPB gera grande aceitação dentre os produtores, porem alguns fatores barram esse avanço, bem como elevado custo da muda, necessidade de irrigação na fase inicial e carência de informação quanto ao uso correto de herbicidas.

Assim, este trabalho buscou avaliar a seletividade de herbicidas em aplicação pré e pós-transplante de mudas de cana-de-açúcar pré-brotadas na variedade CTC4.

Referências

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB - Acompanhamento da safra brasileira, v.4 - SAFRA 2017/18 N.4 - Quarto levantamento. ABRIL 2018.

FAGLIARI, J.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) *Acta Scientiarum Agronomy*, v.23, p.1229-1234, 2001.

PEDRINHO, A. F. F.; DURIGAN, J. C. Controle de capim-colonião na cultura da cana-de-açúcar com herbicidas aplicados em pré-emergência. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Brasília, v. 2, n. 3, p. 125-131, 2001.

ROLIM, J.C; JANEGETZ, I; GARMS, M.A. Tolerância de variedades de cana planta à herbicidas. 1 – cana planta, solo arenoso, em pré-emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. Anais...Foz do Iguaçu: SBCPD. 2000. p. 294.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS-SBCPD. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995.

VELINI, E.D. Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia. 1995. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MANOEL, L.A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J.C.; CARVALHO, J.C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). Planta Daninha, v.18, p.123-134, 2000.

VICTÓRIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Manejo de plantas daninhas e produtividade de cana. Visão agrícola; Piracicaba, n. 1, p. 32-37, jan./jun. 2004.

2. SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS TRANSPLANTE DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

A adesão da tecnologia de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar no setor canavieiro nacional, ainda carece de informações e pesquisas, principalmente no que refere-se ao manejo químico de plantas daninhas e seletividade das MPBs aos herbicidas em diferentes posicionamentos. Deste modo, este projeto foi desenvolvido à campo, com o objetivo de avaliar a seletividade dos herbicidas. O experimento foi desenvolvido na estação experimental da FMC em Paulínia/SP, sob condições naturais de clima, no período de dezembro de 2017 à novembro de 2018. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições, sendo os tratamentos: tebutiuron (1,0 Kg i.a.ha⁻¹), diuron (4,0Kg i.a.ha⁻¹), sulfentrazone (0,6Kg i.a.ha⁻¹), clomazone (1,1Kg i.a.ha⁻¹), metribuzin (1,9Kg i.a .ha⁻¹), diclosulam (0,168Kg i.a.ha⁻¹) e testemunha capinada sem aplicação de herbicida. Os herbicidas foram aplicados em pós transplante das MPBs de cana-de-açúcar da variedade CTC4. Foram avaliados sintomas visuais de fitointoxicação e altura aos 7, 14, 30, 60, 90 e 120 DAA (dias após à aplicação), número de perfilhos aos 30, 60, 90, e 120 DAA, além de produtividade, número de colmos, número de entre-nós e germinação de gemas aos 330 DAA. Nas condições em que este experimento foi conduzido, os herbicidas tebutiuron, diuron, clomazone, metribuzin e diclosulam se mostraram seletivos em pós aplicação para MPBs de cana-de-açúcar, apesar de injúrias iniciais terem sido observadas. O herbicida sulfentrazone se mostrou o menos seletivo para a variedade de cana CTC4.

Palavras-chave: Seletividade; MPB; Cana-de-açúcar; Herbicida

Abstract

The adhesion of the technology of pre-sprouted seedlings (PSS) of sugarcane in the national sugarcane sector, still lacks information and research, mainly regarding the chemical management of weeds and selectivity of PSS to the herbicides applied in pre and post-transplantation. In this way, this project was developed on field, with the objective of evaluating herbicides selectivity. The experiment was developed at the FMC experimental station in Paulínia / SP, under natural climatic conditions, from december 2017 to november 2018. The experimental design was a randomized complete block with 7 treatments and 4 replicates, with the following treatments: tebutiuron (1,0 Kg i.a .ha⁻¹), diuron (4,0Kg i.a .ha⁻¹), sulfentrazone (0,6Kg i.a .ha⁻¹), clomazone (1,1Kg i.a .ha⁻¹), metribuzin (1,9Kg i.a .ha⁻¹), diclosulam (0,168Kg i.a .ha⁻¹) and a weed control without herbicide application. The herbicides were applied in post transplantation of PSSs of sugarcane variety CTC4. Visual symptoms of phytotoxication and height were evaluated at 7, 14, 30, 60, 90 and 120DAA (days after application), number of tillers at 30, 60, 90, and 120DAA, plus productivity, number of stems, number of stems between-us and germination of gems to the 330DAA. Under the conditions under which this experiment was conducted, the tebutiuron, diuron, clomazone, metribuzin and diclosulam herbicides proved to be selective in post-application for sugar cane pps, although initial injures were observed. The sulfentrazone herbicide proved to be the least selective for the CTC4 sugarcane variety.

Keywords: Selectivity; PSS; Sugarcane; Herbicide

2.1 Introdução

2.1.1 A cana de açúcar no Brasil.

Atualmente, a cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e aos respectivos subprodutos. Além da produção de etanol e açúcar, as unidades de produção têm buscado operar com maior eficiência, inclusive com geração de energia elétrica, auxiliando na redução dos custos e contribuindo para a sustentabilidade da atividade. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para o agronegócio brasileiro. O aumento da demanda mundial por etanol, oriundo de fontes renováveis, aliado às grandes áreas cultiváveis e condições edafoclimáticas favoráveis à cana-de-açúcar, tornam o Brasil um país promissor para a exportação dessa commodity. A área a ser colhida no Brasil de cana-de-açúcar destinada à atividade sucroalcooleira, na safra 2018/19, deverá atingir 8.613,6 mil hectares (CONAB, 2018).

Ainda segundo o relatório da CONAB 2018, a produtividade média estimada para a temporada 2018/19 é de 72.671 kg.ha⁻¹, bem próxima da alcançada nas duas últimas safras, que foi de 72.623 kg.ha⁻¹ na safra 2016/17 e 72.543 kg.ha⁻¹ na safra 2017/18. O envelhecimento das lavouras, a baixa taxa de renovação, a falta de investimento em algumas regiões e a redução do pacote tecnológico têm mantido as médias brasileiras inferiores a 80.000 kg.ha⁻¹.

Em decorrência da crise econômica enfrentada no país nos últimos anos e ao endividamento do setor sucroalcooleiro, favoreceram a não renovação dos canaviais, que consequentemente apresentam queda de qualidade e produtividade. Entretanto, aos poucos a economia nacional vem apresentando sinais de recuperação, possibilitando assim aos produtores a manutenção de suas lavouras futuramente.

Visando otimizar o processo e possibilitar uma renovação mais vantajosa, a utilização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar permite um rápido desenvolvimento e sanidade mostrando-se uma ferramenta valiosa no setor suco alcooleiro.

Além de promissor, o setor ainda é um grande gerador de empregos e renda da sociedade, reunindo, cerca de 6% dos empregos agroindustriais brasileiros e sendo responsável por mais de 35% do PIB e do emprego rural do Estado de São Paulo (RAVELI, 2013). A agroindústria sucroalcooleira é responsável por uma efetiva movimentação direta e indireta da economia. Mesmo com uma área cultivada menor, quando comparada a de outras culturas, como a soja e o milho, a cultura da cana-de-açúcar possui uma utilização de defensivos agrícolas intensa, principalmente no que refere-se à herbicidas. Segundo o SINDIVEG (2014) os herbicidas

representaram 54% do total comercializado de defensivos agrícolas no ano de 2013 no Brasil, alcançando a cifra de 3,7 bilhões de dólares. Dos quais 745 milhões de dólares (6,5% do total) foram destinados somente a herbicidas na cultura da cana-de-açúcar (NASCIMENTO, 2016).

2.1.2 Mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

Inicialmente, o sistema de produção de mudas pré-brotadas foi desenvolvido objetivando a redução da elevada quantidade de colmos necessários para a multiplicação de novos cultivares e replantio. Além de redução da quantidade de mudas, este sistema promove elevada qualidade fitossanitária, resultando em lavouras com excelente padrão clonal e maior homogeneidade (LANDELL, 2012).

Mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é um sistema de multiplicação que poderá contribuir para a produção rápida de mudas, associando elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio. É uma nova tecnologia desenvolvida pelo Programa Cana do Instituto Agrônomo - IAC, direcionado a aumentar a eficiência e os ganhos econômicos na implantação de viveiros, replantio de áreas comerciais e possivelmente renovação e expansão de áreas de cana-de-açúcar. Esse sistema aumenta a uniformidade nas linhas de plantio e, consequentemente, a redução de falhas, diminui o número de gemas, atualmente 15 a 21 gemas/metro e de toneladas de colmos na operação de plantio mecanizado, em torno de 20 t.ha⁻¹. Os minirrebolos utilizados para dar origem ao sistema de produção são extraídos de colmos-semente provenientes de viveiros básicos com 6 a 10 meses de idade. O viveiro recebe acompanhamento técnico em todas as práticas de manejo e protocolos direcionados para obtenção de mudas livres de doenças e pragas. Dos colmos colhidos são selecionados os minirrebolos que recebem os tratamentos à base de fungicidas, podendo associar inclusive outros produtos promotores de enraizamento. Os minirrebolos são acondicionados em caixas de brotação e mantidos em casa de vegetação com, respectivamente, temperatura e irrigação controladas – 32 °C e 8 mm/dia. Este período varia entre 7 e 10 dias. As gemas brotadas são transferidas individualmente para os tubetes e as não brotadas, eliminadas do processo. A partir dessa etapa, inicia-se a aclimação das mudas, definida em duas fases: fase 1, em casa de vegetação e fase 2, a pleno sol. A fase 1 caracteriza-se por progressiva exposição das mudas à luz, controle de irrigação de acordo com o desenvolvimento vegetativo e poda de folhas para estimular o desenvolvimento do sistema radicular. Essa fase tem duração de 21 dias. Na fase 2, de aclimação as mudas são expostas a pleno sol, as irrigações reduzidas a 4,4 mm dia e as podas ocorrem com frequência semanal para finalizar o processo de produção, ciclo que totaliza aproximadamente 60 dias (IAC, 2012).

Figura 1: Exemplo de MPB após o processo de formação pronta para transplântio.

Após a completa formação das MPBs, estas estão prontas para serem transplantadas em área comercial. A principal vantagem na utilização desse sistema é a formação de um canavial com elevado índice de uniformidade, visto que as mudas são transplantadas com a mesma idade, tamanho e elevada sanidade. Diferentemente, na utilização do plantio convencional com colmos, a germinação das gemas é desuniforme e falhas de “stand” propiciam o desenvolvimento de plantas daninhas que acabam por afetar negativamente a cultura (Figura 2).

Figura 2: Comparação entre diferença de “stand” de plantas no sistema de plantio convencional com colmos (à esquerda) e com MPBs (à direita).

Segundo Elia (2016), as MPBs de cana-de-açúcar são muito sensíveis à restrição hídrica, sendo assim, um fator limitante na expansão de sua utilização em larga escala.

2.1.3 Sistemas de Plantio de cana-de-açúcar

Para que o plantio convencional tenha êxito na implantação, será necessário definir as áreas de reforma e de expansão da empresa agrícola, realizando todas operações corretamente. Os espaçamentos em geral, entre os sulcos de plantio é 1,40 metros mas varia dependendo do tipo de colheita, a profundidade do sulco é de 35 a 40 cm, os colmos com idade de 10 a 12 meses são colocados no sulco, sempre cruzando pé com ponta e picando em pedaços deixando três gemas em cada rebolo, com isso a densidade do plantio é em torno de 12 gemas por metro de sulco. Isso depende da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, esse sistema utiliza em torno de 7 a 10 t.ha⁻¹, mais podem ter um gasto maior de mudas, por conta de presença de falhas que persistirão dentro de 4 a 5 anos, depois que os rebolos estarem dentro do sulco eles são cobertos com uma camada de terra e deve rapidamente ser compactada. No plantio convencional podem ser utilizados dois tipos de sistema: plantio mecanizado e semimecanizado, também temos o plantio manual mais é pouco realizado (SILVA; SILVA 2012).

O semimecanizado é uma operação agrícola que tem várias etapas no plantio convencional da cana-de-açúcar. Essas operações são realizadas manualmente, com utilizações de máquinas, as cargas são organizadas na carroceira de veículo para que facilite a distribuição manual das mudas, utilizando-se caminhões de carreta ou, tratores para a distribuição. As aberturas dos sulcos são feitas por máquinas que fazem a colocação de adubo no solo. A distribuição das mudas é feita por caminhões carregados de cana, deixando durante a operação, em seguida um grupo de trabalhadores distribuem e alinham as canas nos sulcos, com isso os trabalhadores cortam manualmente as canas em colmos, deixando três gemas, pé com ponta, essas operações demandam mão de obra, depois de tudo isso é feito o cobrimento dos sulcos com utilização de máquinas se necessário é feito o repasse manual (RAVELI, 2013).

O mecanizado, elimina a mão de obra utilizada no plantio, os trabalhadores que cortavam as mudas não têm mais envolvimento nesse tipo de sistema, as máquinas fazem todo o processo de plantio, executando tudo de uma vez: a sulcação, adubação, distribuição dos colmos, cobrimento do sulco e compactação. As plantadoras do sistema mecanizado, deve utilizar mudas picadas, com isso economiza com os custos de mão de obra e facilitam o gerenciamento do plantio e tem maior eficiência e rapidez nas operações (PESSAN; SCARTOZZONI 2012).

O sistema de plantio de MPB pode ser realizado manualmente com auxílio de equipamentos como “matracas” ou enxadas, e também pode ser realizado mecanicamente com

equipamentos de transplante direto. O rendimento operacional do transplante de MPBs é mais baixo quando comparado com os demais, entretanto proporciona maior qualidade ao canavial, conforto ao trabalhador e redução da quantidade de colmo necessário.

2.1.4 Plantas daninhas na cultura da Cana-de-açúcar

Segundo Victoria Filho e Christoffoleti (2004), um dos principais entraves enfrentados pela cultura da cana-de-açúcar é a interferência sofrida pela presença das plantas daninhas, que podem ocasionar perdas na produtividade da cultura, em até 85%, quando não controladas adequadamente. Estima-se que existam cerca de 1.000 espécies de plantas daninhas que habitam este agro ecossistema, distribuídas nas distintas regiões produtoras do mundo (ARÉVALO, 1979).

É possível de observar uma grande quantidade de trabalhos de pesquisa indicando períodos do ciclo da cultura em que a competição por parte das plantas daninhas acarreta em perdas de produtividade na cana-de-açúcar. Em canaviais com predomínio de tiririca, a produtividade foi reduzida em 20% (KUVA et al., 2000), no predomínio de capim-braquiária observou-se perdas de até 82% (KUVA et al., 2001); em predomínio de infestação mista de capim-braquiária e capim-colonião promoveu perda de 40% (KUVA et al., 2003) e infestação predominantemente de corda-de-viola promoveu redução de 46% (SILVA et al., 2009). Além disso, estes trabalhos ressaltam que o período de interferência para cada planta daninha é distinto em relação a cultura da cana-de-açúcar.

Além da redução no perfilhamento da cana-de-açúcar e da produtividade de colmos e sacarose, outros aspectos negativos muito evidentes em decorrência da competição com as plantas daninhas nessa cultura são decréscimo na longevidade do canavial, queda na qualidade da matéria-prima e na dificuldade nas operações de colheita e transporte (PROCÓPIO et al., 2003).

A utilização extensiva de herbicidas no cultivo da cana-de-açúcar se justifica pelo fato desta apresentar lento desenvolvimento inicial, o que torna longo o seu PCPI (período que a cultura precisa estar livre de interferência das plantas daninhas). Assim, sendo muito utilizado em cana-de-açúcar herbicidas que apresentam longo efeito residual no ambiente, os quais, se utilizados sem os conhecimentos técnicos necessários, podem causar sério impacto ambiental (SANTOS; BOREM, 2016)

As plantas daninhas interferem na cultura da cana-de-açúcar tanto no sistema de cana planta (cana-de-açúcar recém plantada), quanto em soqueira (cana-de-açúcar a partir do primeiro corte). Devido à grande extensão territorial do cultivo da cana no Brasil as épocas de plantio

ocorrem em períodos distintos, dependendo da região, as condições climáticas ocorrentes neste período é que determinam as espécies de plantas daninhas predominantes (VICTORIA FILHO; CHRISTOFFOLETI, 2004). De acordo com Pitelli & Durigan (1984), o desenvolvimento de plantas daninhas em certos períodos do ciclo da cultura pode causar maiores prejuízos na produtividade. Esses períodos de convivência foram estudados e são divididos em período total de prevenção a interferência (PTPI), período anterior a interferência (PAI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI). Segundo os pesquisadores, se as plantas daninhas forem controladas somente durante o PCPI a cultura não terá a produtividade prejudicada. Entretanto, para garantir a produtividade das culturas e facilitar o manejo, os pesquisadores propõem controlar as plantas daninhas durante todo o PTPI que é formado pelo PAI + PCPI. Azzi & Fernandes (1968) constataram que nas condições do estado de São Paulo, o PCPI está compreendido entre o 60° até 120° dias após a emergência da cultura, sendo mais crítico entre o 60° até 90° dias após a emergência da cultura. BLANCO et al., (1981) constataram que o PCPI da cana-planta está compreendido entre o 18° até o 66° dia após a emergência da cultura, posto que quando controlaram as plantas daninhas nesse período obtiveram produção máxima.

Entretanto, é escasso a quantidade de estudos quanto à interferência de plantas daninhas no sistema com MPB. Estudos estes, que podem alterar períodos de controle, visto que ao levar a planta pré desenvolvida ao campo o desenvolvimento torna-se mais acelerado, reduzindo utilização de recursos e reposicionamento de produtos.

2.1.5 Herbicidas na cultura da cana-de-açúcar

De acordo com Santos & Borem (2016), o método de controle químico, é o mais utilizado para controle de plantas daninhas no sistema canavieiro, por apresentar elevada eficácia, baixo custo, alto rendimento operacional e uma grande diversidade de herbicidas registrados para uso em cana-de-açúcar.

A utilização de herbicidas tradicionalmente empregados no sistema canavieiro, quando utilizado em aplicação pós transplante de MPB vem causando injúrias às plantas. Deste modo a utilização de aplicação pré transplante e pós transplante com intervalos maiores, são alternativas válidas. Entretanto o emprego de herbicidas no sistema com MPB necessita de mais estudos (AZANIA, 2014). Em relação à aplicação em pré-plantio de MPBs de cana-de-açúcar, alguns herbicidas podem apresentar fitotoxicidade para a cultura, devido às raízes das mudas serem expostas à ação direta dos herbicidas, diferentemente do sistema convencional, onde as raízes desenvolvem-se abaixo da zona de ação dos herbicidas (DIAS, 2014).

Para que haja sucesso no controle das plantas daninhas através do controle químico, é necessário um profundo conhecimento da ação do produto na fisiologia da planta, dos fatores que envolve a seletividade e das características comportamentais do herbicida no solo. (VICTORIA FILHO; CHRISTOFFOLETI, 2004)

PROCÓPIO et al (2003), relata que os principais grupos de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar, divididos por mecanismos de ação são: inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), inibidores de pigmentos, inibidores da acetolactase (ALS) e inibidores do fotossistema II (FSII).

A seguir são apresentados as principais características dos herbicidas utilizados no experimento:

2.1.5.1 Clomazone

O ingrediente ativo clomazone pertence ao grupo químico das isoxazolidinona e possui nome químico de 2-(2-chlorobenzyl)-4,4-dimethyl-1,2-oxazolidin-3 (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Comercialmente conhecido pelas marcas: Clomanex 500 EC, Clomazone 500 EC FMC, Gamit, Gamit 360 CS, Gamit Star e Magister. O produto comercial utilizado neste trabalho foi o Gamit na formulação 500EC. Produto este comercializado pela FMC Química do Brasil na formulação de concentrado emulsionável e apresenta 50% de clomazone. O produto é seletivo condicional, sistêmico e possui classe toxicológica III, considerado medianamente tóxico. Recomendado para aplicação pós-plantio ou pós-colheita (soca úmida), pré-emergência em relação às plantas daninhas e a cultura (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

É absorvido pelas raízes, coleótilo das gramíneas e hipocótilo das dicotiledôneas. Possui uma translocação ascendente pelo xilema para as folhas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

O ingrediente ativo clomazone inibe a síntese de carotenóides, com posterior geração de estresse oxidativo, que destrói as membranas celulares, levando as plantas à morte (KRUSE, 2001). Como sintoma característico de fitointoxicação, as plantas apresentam a produção de tecidos novos totalmente brancos (albinos), algumas vezes rosados ou violáceos. A produção de tecidos albinos nas plantas tratadas, não indica que houve ação na síntese de clorofila, mas sim resultado de sua oxidação pela luz (SILVA & SILVA, 2009).

O desenvolvimento da planta tratada continua por alguns dias, entretanto, devido à falta de clorofila, a planta para de crescer e surgem mancha necróticas (HESS & BRIDGES, 2003).

2.1.5.2 Diclosulam

O ingrediente ativo diclosulam pertence ao grupo químico das triazolopirimidinas e possui nome químico de N-(2,6- dichlorophenyl) -5-ethoxy- 7fluoro [1,2,4] triazolo-[1,5c]-pyrimidine-2- sulfonamide (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Comercialmente conhecido pelas marcas: Spider 840 WG e Coact, sendo disponíveis nas formulações de granulado dispersível (840 g L⁻¹) e grânulo dispersível (840 g kg⁻¹), respectivamente. O produto comercial utilizado neste trabalho foi o Coact. Esse herbicida é comercializado pela Corteva e apresenta 84% de diclosulam.

De acordo com a empresa respeitando-se o modo de aplicação e as doses recomendadas o diclosulam é um produto totalmente seletivo para a cana-de-açúcar, não provocando sintomas de toxicidade no canavial. A empresa também recomenda não o utilizar em soqueira seca e nas últimas duas soqueiras de cana-de-açúcar.

O diclosulam inibe a enzima acetolactato sintase (ALS) a qual é essencial para a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. Durante o processo de germinação e emergência, as plântulas absorvem o herbicida através da radícula e caulículo, sendo este translocado para os meristemas apicais (pontos de crescimento). Muitas plantas são controladas antes da emergência. Algumas chegam a emergir, mas rapidamente passam a apresentar sintomas de injúria, com necrose nos pontos de crescimento onde o herbicida se acumula. Estas plantas morrem em poucos dias ou têm seu crescimento paralisado não concorrendo com a cultura (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

2.1.5.3 Diuron

O ingrediente ativo diuron pertence ao grupo químico uréias e possui o nome químico de 3- (3,4 - dichlorophenyl) - 1,1 - dimethylurea. (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Comercialmente conhecido pelas marcas: Diuron Fersol 500 SC, Diurom Nortox 500 SC, Herburon 500 BR, Herburon WG, Karmex e Karmex 800. O produto utilizado neste experimento foi o Diurom Nortox 500 SC, comercializado pela empresa Nortox do Brasil, na concentração de 50% de diuron na formulação de suspensão concentrada. Sendo indicado para controle de gramíneas e folhas largas tanto em pré quanto em pós-emergência precoce (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

A absorção ocorre principalmente via sistema radicular, com translocação via xilema. Pertencente ao grupo de herbicidas inibidores do fotossistema II, no qual há o bloqueio no

transporte de elétrons. Os sintomas iniciais aparecem nas folhas que acabam por apresentar um tom verde-claro e progridem para sintomas necróticos (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

2.1.5.4 Metribuzin

O ingrediente ativo de metribuzin pertence ao grupo químico das triazinonas e possui nome químico de 4-amino-6-tert-butil-3-metiltio-1,2,4-triazina-5-(4H)-ona (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Comercialmente conhecido pelas marcas: Sencor 480 e Soccer SC, sendo disponíveis nas formulações de suspensão concentrada (480 g L^{-1}). O produto comercial utilizado neste trabalho foi o Sencor 480. Esse herbicida é comercializado pela Bayer CropScience e apresenta 48% de metribuzin.

De acordo com Azânia (2004), a utilização de doses mais elevadas de metribuzin em cana-de-açúcar resulta em um comportamento diferente em comparação a sua ação na cultura da soja. As diferenças mais marcantes referem-se ao maior espectro de controle de espécies, ao alto nível de eficiência e ao maior período de controle das plantas daninhas.

A absorção do metribuzin nas plantas ocorre principalmente pelas raízes, de onde se transloca via xilema para os caules e folhas, causando a inibição da reação de Hill no processo fotossintético (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998), ou seja, inibindo a transferência de elétrons para o fotossistema II (RASCHKE et al., 1998).

2.1.5.5 Sulfentrazone

O ingrediente ativo sulfentrazone pertence ao grupo químico das triazolinonas e possui nome químico de 2',4'-dichloro-5'-(4-difluoromethyl-4,5-dihydro 3-methyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-yl) methanesulfonanilide (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Comercialmente conhecido pelas marcas: Boral 500 SC, Solara 500 e Explorer 500 SC, sendo disponíveis nas formulações de suspensão concentrada (500 g L^{-1}). O produto comercial utilizado neste trabalho foi o Boral 500 SC. Esse comercializado pela FMC Química do Brasil, apresenta 50% de sulfentrazone.

O sulfentrazone é recomendado para cana-planta, como também na soqueira semi-úmida e seca, em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

A atividade desses herbicidas normalmente ocorre após 4 a 6 horas de luz solar. Os primeiros sintomas de fitointoxicação são manchas verdes escuras nas folhas, dando a impressão de que estão encharcadas em razão do rompimento da membrana celular e derramamento de líquido citoplasmático nos intervalos celulares, sintomas estes que evoluem para necrose. Quando

esses herbicidas são usados em pré-emergência, o tecido é danificado por contato com o herbicida, no momento em que a plântula emerge. Similarmente à aplicação em pós-emergência, o sintoma característico é a necrose do tecido que entrou em contato com o herbicida (FERREIRA et al., 2005).

Quando aplicado em cana-soca recém germinada podem ocorrer “queimas” onde houver contato do produto com as folhas ou brotações, entretanto há uma recuperação rápida sem afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura (SCHIAVETTO, 2010).

2.1.5.6 Tebutiuron

O ingrediente ativo tebutiuron, pertence ao grupo químico das uréias – Grupo C2, e apresenta o nome químico de 1-(5-ter-butyl-1,3,4thiadiazol-2-l)-1,3-dimethylurea. (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Comercialmente conhecido pelas marcas: Ameris Butiron, Combine 500 SC e Lava 800. O produto utilizado no experimento foi o Combine 500 SC, comercializado pela empresa Corteva, na formulação de 50% de tebutiuron em suspensão concentrada.

De acordo com a empresa, o tebutiuron é recomendado para cana-planta e cana-soca, sendo considerado seletivo para a cultura da cana-de-açúcar, e deve ser aplicado em pré-emergência das plantas daninhas. Apresentando controle sobre gramíneas e folhas largas.

A absorção do produto é via sistema radicular, sendo a translocação via xilema. Uma vez no interior da planta o herbicida atua na inibição do fotossistema II, atuando na membrana do cloroplasto e impedindo o transporte de elétrons (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018)

2.1.6 Seletividade

De acordo com Oliveira Junior & Constantin (2001), dentre as características ideais de um herbicida, destaca-se a seletividade como base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola, sendo considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Como exemplo desta resposta diferencial em culturas, pode ser citado o herbicida metribuzin que é recomendado para cana-de-açúcar em uma dose quatro vezes maior do que para batata (ALMEIDA & RODRIGUES, 1998).

Na utilização do controle químico, a seletividade de herbicidas é a base para o sucesso da operação e a recomendação de um herbicida está condicionada à sua seletividade. Seletividade de herbicidas é a capacidade de eliminar espécies vegetais indesejáveis sem promover reduções economicamente significativas, tanto na qualidade quanto na quantidade produzida pela cultura (VELINI et al., 2000).

De acordo com Fagliari et al. (2001), a seletividade de novos herbicidas deve ser avaliada nas variedades de cana-de-açúcar mais plantadas, assim como a tolerância de variedades recém lançadas aos herbicidas tradicionalmente utilizados nesta cultura também deve ser investigada. Na prática, estas avaliações são realizadas em estudos específicos sobre seletividade, com metodologia própria para cana-de-açúcar e, sempre sem a presença da comunidade infestante. Assim como em outras culturas, a característica mais estudada, em relação ao comportamento de herbicidas na cana-de-açúcar, é a eficácia dos herbicidas. Geralmente, trabalhos direcionados à avaliação da seletividade são feitos juntamente com o estudo de eficácia. Quando se conduz um ensaio para se testar essas duas características ao mesmo tempo, corre-se o risco de se comprometer os resultados, pois a presença de plantas daninhas convivendo com a cultura interfere na avaliação da seletividade (VELINI, 1995). Outro fato é que a seletividade não deve ser avaliada observando-se somente os sintomas visuais de intoxicação, pois se sabe que existem produtos que reduzem a produtividade da cultura sem manifestar sintomas visuais e outros que provocam injúrias acentuadas, mas que permitem à cultura manifestar plenamente seu potencial produtivo. Portanto, na avaliação da seletividade, além dos sintomas visuais de intoxicação, é importante considerar os dados de produtividade da cultura (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995).

Em experimentos para desenvolvimento de metodologia aplicadas à seletividade em cana-de-açúcar à campo, Montório et al. (2005) comprovou a necessidade de utilização de testemunhas laterais em todos os tratamentos, não somente como barreira anti-deriva, mas também para redução de erros estatísticos, o que poderiam levar à conclusões errôneas de seletividade.

De acordo com Negrisoni (2002), a seletividade de herbicidas não deve ser determinada somente pela avaliação dos sintomas visuais, justificado pelo fato de que algumas moléculas podem reduzir a produtividade sem que a cultura pronuncie sintomas de serem detectados visualmente, entretanto, alguns herbicidas promovem injúrias acentuadas sem afetar na produtividade.

A grande maioria dos herbicidas aplicados em pré-emergência da cana-de-açúcar, são considerados seletivos por posicionamento, onde a área de desenvolvimento radicular da cana não entra em contato com o herbicida, proporcionando assim um desenvolvimento sem danos à cultura, e promovendo controle no banco de sementes na zona superficial. Entretanto, não existem muitos estudos quanto à utilização de MPBs no sistema de aplicação em pré-emergência, pois neste caso, a profundidade de atuação dos herbicidas é a mesma de desenvolvimento radicular das mudas (Figura 3).

Figura 3: Esquemática de posicionamento de herbicidas aplicados em pré-emergência nos sistemas de plantio convencional de cana-de-açúcar com colmos e MPBs.

Outra grande preocupação em relação ao posicionamento dos herbicidas, refere-se ao sistema de plantio, visto que em aplicação pré-transplante o plantio com matracas acaba por aprofundar a camada superficial do solo com o herbicida, assim proporcionando um contato indesejável deste com as raízes das MPBs, demonstrado na Figura 4. Quando utilizado sistema de plantio com plantadeira por arrasto, essa provoca um corte no solo na linha de plantio, retirando o herbicida do local, o que pode propiciar áreas de germinação e estabelecimento de plantas daninhas, ou até mesmo lixiviação dos herbicidas para o sulco de transplante ocasionando danos às MPBs (Figura 5).

Figura 4: Afundamento de parte da camada superficial do solo tratado com herbicida, ocasionado pela utilização de matracas de transplante de mudas.

Figura 5 : Revolvimento de solo na linha de transplante, ocasionado por plantadeira de arrasto.

2.2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido nos campos experimentais da Estação experimental da FMC do Brasil em Paulínia., em condições naturais de clima, entre os períodos de 13 de janeiro de 2018 à 12 de novembro de 2018. As coordenadas geográficas do local do experimento foram: latitude 22°45'0.64"S e longitude 47°08'31.60"O a uma altitude de 570 m. As análises físico-químicas do solo do experimento encontram-se nas tabelas 1 e 2. Para a instalação do experimento foi realizado o preparo do solo com gradagem, nivelamento e posteriormente sulcagem para transplante das mudas, juntamente com a sulcagem fora realizado adubação utilizando-se a formulação 4-14-8 na proporção de 10g.m⁻¹ linear.

Tabela 1: Análise física do solo utilizado no experimento de campo, Paulínia/SP, 2017/2018.

Argila (%)	Silte(%)	Areia Total(%)
54,6	11,3	34,1

Tabela 2: Análise química do solo utilizado no experimento de campo, Paulínia/SP, 2017/2018.

M.O	pH	Presina	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC	V	M	S
(%)	CaCl ₂	Mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				(%)	(%)	Mg dm ⁻³
2,2	5,3	20	166,67	3,5	1,3	0	5,28	8	66	0	7

Fonte: Instituto brasileiro de análises IBRA

Os dados climáticos do local foram coletados através de estação meteorológica instalada no local do experimento, os dados de interesse encontram-se na Figura 6.

Figura 6: Dados meteorológicos obtidos no decorrer do experimento. Paulínia/SP.

Mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar da variedade CTC4 foram transplantadas seguindo o espaçamento de 0,5 x 1m. O transplante foi realizado no dia 03 de janeiro de 2018, com auxílio de matracas de plantio (Figura 7). No momento do transplante as mudas encontravam-se com aproximadamente 15 cm e de 2 a 5 folhas. Após o transplante foi aguardado 10 dias para o “pegamento” das mudas, de modo a proporcionar parcelas homogêneas e de igual stand.

Figura 7: Equipamento (matracas) utilizados para transplante de MPBs.

Para a aplicação dos herbicidas, utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, munido de barra com seis pontas de pulverização de jato plano Teejet AI 110.02, espaçados 50 cm entre si, de modo que somente 5 foram utilizados, assim mantendo-se uma bordadura entre todas as parcelas, já que o primeiro e o último metro da parcela não receberam aplicação. A aplicação foi a uma pressão constante de 200 kPa, proporcionando um volume de 200 litros por hectare. A aplicação foi realizada no dia 13 de janeiro de 2018, sob condições climáticas sem vento, temperatura de 27°C e umidade relativa do ar de 42%. As parcelas foram capinadas semanalmente se necessário, deste modo não havendo prejuízos causados por competição ou interferência.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 4 repetições. As parcelas experimentais foram definidas por 4 linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas 0,8 metros entre si. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, em caso de significância do valor F, foi realizado o teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos ($p < 0,05$).

Os herbicidas utilizados em cada tratamento, bem como o seu modo de ação estão descritos na tabela 3:

Tabela 3: Relação de herbicidas, doses e mecanismos de ação utilizados no experimento

Tratamento	Nome comercial	Ingrediente ativo	Dose produto comercial (Kg ha ⁻¹ ou L ha ⁻¹)	Dose ingrediente ativo (Kg ha ⁻¹)	Mecanismo de ação
1	Combine	Tebutiuron	2,0	1,0	Inibidor fotossistema II
2	Diuron Nortox	Diuron	5,0	4,0	Inibidor fotossistema II
3	Boral	Sulfentrazone	1,2	0,6	Inibidor de Prototox
4	Gamit	Clomazone	2,2	1,1	Inibidor de síntese de caroteno
5	Sencor	Metribuzin	4,0	1,9	Inibidor fotossistema II
6	Coact	Diclosulam	0,2	0,168	Inibidor de ALS
7	Testemunha				

As variáveis analisadas foram: fitotoxicidade atribuindo-se uma escala visual, onde 0% representou ausência de injúria e 100% causando a morte da planta de cana-de-açúcar (SBCPD, 1995), altura de 5 plantas ao acaso, medindo-se o comprimento do perfilho principal da base até o ápice da inserção das folhas, número de perfilhos de 5 plantas. As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 7, 14, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA), altura aos 7, 14, 30, 60, 90 e 120 DAA, número de perfilhos aos 30, 60, 90 e 120 DAA.

Ao término do experimento fora realizado a colheita total da parcela e estimada a produtividade de cada. Juntamente com esta avaliação, também avaliou-se o número médio de entre-nós de 5 colmos ao acaso, bem como a sua germinação. A avaliação de germinação foi realizada em casa de vegetação coletando-se 5 entre-nós ao acaso de cada parcela e alocando-os em bandeja com substrato para germinação, ao final de 30 dias verificou-se a porcentagem de germinação de cada parcela.

2.2.1 Resultados e discussão

2.2.1.1 Fitotoxicidade

Dentre os tratamentos utilizados, os únicos que apresentaram sintomas de fitotoxicidade foram tebutiuron, metribuzin, sulfentrazone e clomazone. Entretanto os dois primeiros não diferindo estatisticamente da testemunha (Tabela 4). Já as parcelas tratadas com sulfentrazone e clomazone, tiveram as maiores porcentagens de injúria aos 7 dias após a aplicação (DAA), com recuperação parcial da planta ao longo das avaliações.

Aos 60 DAA, não se observou fitotoxicidade em qualquer tratamento e nem morte de plantas.

Tabela 4: Fitotoxicidade em MPBs de cana-de-açúcar em diferentes períodos de avaliação. Paulínia-SP, 2018

Tratamento	Ingrediente ativo	Dose i.a (Kg ha ⁻¹)	Dias após a aplicação			
			7	14	30	60
1	Tebutiuron	1,0	0,5 d ¹	0 d	0 d	0 d
2	Diuron	4,0	0 d	0 d	0 d	0 d
3	Sulfentrazone	0,6	18 b	12,75 bc	1,75 d	0 d
4	Clomazone	1,1	53,75 a	21,25 b	4,5 cd	0 d
5	Metribuzin	1,9	6 cd	0 d	0 d	0 d
6	Diclosulam	0,168	0 d	0 d	0 d	0 d
7	Testemunha	-	0 d	0 d	0 d	0 d
CV(%) ² : 24,57						

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à p<0,05, ²CV - Coeficiente de variação

Os tratamentos tebutiuron (1000g i.a ha⁻¹), diuron (4000g i.a ha⁻¹), metribuzin (1900g i.a ha⁻¹) e diclosulam (0,168g i.a ha⁻¹), mostraram-se seletivos quando utilizados em pós-emergência

inicial, visto que causaram baixos ou nulos índices de fitointoxicação na MPBs de cana-de-açúcar CTC4.

Os sintomas visuais observados no tratamento com sulfentrazone, são característicos de inibidores de protox, com arroxamento nas folhas das mudas de cana-de-açúcar. Os sintomas observados podem ser considerados moderados, pois visualmente não causou paralização do desenvolvimento da cultura.

PASTRE (2006), relatou danos leves e moderados causados pela utilização de sulfentrazone (800g i.a ha⁻¹) até os 30 DAA quando aplicado em pós emergência da cultura, após esse período a cana-de-açúcar não apresentou mais sintomas visuais. De acordo com Zera et al (2011), o sulfentrazone (800g i.a ha⁻¹) promoveu fitointoxicação abaixo de 10% em diferentes cultivares de cana-de-açúcar aos 30 DAA, entretanto esse não provocou alterações no teor de clorofila e índice de fluorescência das mesmas, resultados estes que corroboram com os obtidos no estudo. Diferentemente do clomazone (1100 g i.a ha⁻¹), que aos 15DAA promoveu fitotoxicidade acima de 40% e reduziu o teor de clorofila das plantas.

Observou-se que o clomazone (1100 g i.a ha⁻¹), propiciou dentre todos os tratamentos os índices mais elevados de injúria, chegando a valores superiores à 50% aos 7DAA. Sintomas típicos do mecanismo de ação deste herbicida inibidores da biossíntese de caroteno foram notados, no qual as plantas tratadas apresentaram clorose e folhas albinas. A redução de danos foram observados ao longo das avaliações, sendo que aos 60DAA, não foi possível de visualizar qualquer fitotoxidez no tratamento.

Em estudo de seletividade à cultivares de cana-de-açúcar, Soares et al (2010) observaram que o clomazone (1100 g i.a ha⁻¹) causou fitotoxicidade média de 30% aos diferentes cultivares de cana-de-açúcar, porem aos 70 DAA, todas cultivares apresentaram plena recuperação.

Nas Figuras 8 e 9 é possível observar os principais sintomas de intoxicação causados pelos tratamentos à MPBs CTC4 aos 7 e 30 DAA.

Figura 8: Seletividade de herbicidas em MPBs de cana-de-açúcar aos 7 DAA : a) tebutiuron (1000g i.a ha^{-1}), b)diuron (4000g i.a ha^{-1}), c)sulfenttrazone (800g i.a ha^{-1}), d)clomazone (1100g i.a ha^{-1}), e)metribuzin(1900g i.a ha^{-1}) e f)diclosulam ($0,168\text{g i.a ha}^{-1}$) e g)testemunha.

Figura 9: Seletividade de herbicidas em MPBs de cana-de-açúcar aos 30 DAA aos herbicidas: a) tebutiuron (1000g i.a ha^{-1}), b)diuron (4000g i.a ha^{-1}), c)sulfenttrazone (800g i.a ha^{-1}), d)clomazone (1100g i.a ha^{-1}), e)metribuzin(1900g i.a ha^{-1}) e f)diclosulam ($0,168\text{g i.a ha}^{-1}$) e g)testemunha.

Entretanto, foi possível observar uma rápida recuperação dos tratamentos, não sendo mais visíveis os sintomas a partir da avaliação aos 60 DAA. Em pesquisa semelhante, Zera et al (2011) relatou o mesmo fato, onde apesar de apresentar sintomas em diferentes cultivares de

cana-de-açúcar provocada por diferentes herbicidas, todos apresentaram total recuperação aos 60 DAA.

2.2.1.2 Altura

Na Tabela 5, é possível observar que durante os períodos de avaliação não houve diferença estatística entre os tratamentos, somente diferindo quando comparados os intervalos de avaliação, demonstrando assim, que não houve redução no desenvolvimento da cultura.

Tabela 5: Altura (cm) de MPBs de cana-de-açúcar em diferentes períodos de avaliação. Paulínia-SP, 2018

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose i.a (Kg ha ⁻¹)	Dias após a aplicação					
			7	14	30	60	90	120
1	Tebutiuron	1,0	30,58 aA ¹	37,08 bB	49,75 cC	88,91 dD	170 eE	177 fF
2	Diuron	4,0	30,49 aA	37,16 bB	50,58 cC	86,66 dD	170 eE	178,5 fF
3	Sulfentrazone	0,6	30,41 aA	38,49 bB	49,25 cC	86,0 dD	171,5 eE	182 fF
4	Clomazone	1,1	29,58 aA	37,50 bB	49,16 cC	85,41dD	168,25 eE	176,75 fF
5	Metribuzin	1,9	30,16 aA	38,00 bB	49,41 cC	88,5 dD	172,75 eE	181,5 fF
6	Diclosulam	0,168	29,91 aA	36,75 bB	46,91 cC	88,25 dD	161,75 eE	174,25 fF
7	Testemunha	-	30,58 aA	39,25 bB	50,5 cC	89,66 dD	172 eE	177,5 fF
CV(%) ²			3,89	4,51	3,23	4,7	3,29	2,32

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à p<0,05, ²CV - Coeficiente de variação

Apesar de sintomas de fitotoxicidade terem sido observados e níveis elevados como no caso de clomazone (1100 g i.a ha⁻¹), os resultados de altura não apresentaram diferenças estatísticas.

Os efeitos causados por herbicidas em cana-de-açúcar muitas vezes causam injúrias à esta, podendo afetar seu desenvolvimento inicial, porem rapidamente observa-se a sua total recuperação, raramente sendo observado diferenças quando comparado as alturas. (Azania et al 2005).

2.2.1.3 Número de Perfilhos

Nas avaliações de contagem de perfilhos, poucas diferenças foram observadas. De acordo com a análise estatística representada na Tabela 6, somente houve diferença estatística aos 60 DAA, na qual o diclosulam (0,168g i.a ha⁻¹) promoveu uma redução na quantidade de

perfilhos. Entretanto nas demais avaliações houve uma recuperação deste tratamento, não diferindo estatisticamente dos demais até o término das avaliações.

Tabela 6: Número médio de perfilhos em MPBs de cana-de-açúcar em diferentes períodos de avaliação. Paulínia-SP, 2018

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose i.a (Kg ha ⁻¹ ou L ha ⁻¹)	Dias após a aplicação			
			30	60	90	120
1	Tebutiuron	1,0	5,24 aC ¹	8,5 abB	9,9 aA	8,6 aAB
2	Diuron	4,0	4,75 aB	8,83 abA	9,55 aA	8,65 aA
3	Sulfentrazone	0,6	5,00 aB	8,83 abA	9,9 aA	8,25 aA
4	Clomazone	1,1	4,83 aB	9,25 abA	9,85 aA	7,55 aA
5	Metribuzin	1,9	5,83 aB	9,91 aC	10,2 aC	8,2 aA
6	Diclosulam	0,168	5,66 aB	7,83 bAB	8,95 aA	7,8 aAB
7	Testemunha	-	5,33 aC	9,25 abAB	9,85 aA	7,6 aB
CV(%) ²			9,49	9,53	7,34	9,87

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey à p<0,05, ²CV - Coeficiente de variação

De acordo com Zera et al (2011), o perfilhamento e a espessura dos colmos dos cultivares podem ser prejudicados pela aplicação de herbicidas, mas é necessário que haja interação significativa entre cultivares e herbicidas.

Avaliações pós colheita:

As avaliações em pós colheita neste caso, são de fundamental importância, visto que a utilização de MPBs atualmente no Brasil é empregado no sistema de renovação dos canaviais utilizando o processo de “Meiosi”. Deste modo, não somente produtividade torna-se necessário, bem como germinação de gema, número de gemas e colmos.

2.2.1.4 Número médio de colmos por touceira

Os dados obtidos na avaliação de número médio de colmos encontram-se na tabela 7. Foi observado uma redução no número médio de colmos nas parcelas tratadas com sulfentrazone (0,6 L. ha⁻¹), dados estes que corroboram com os observados por Tironi et al (2012), no qual em estudo com cinco variedades de cana-de-açúcar das quais três apresentaram redução no número de colmos quando tratadas com sulfentrazone em sistema de plantio convencional.

Tabela 7: Número médio de colmos de cana-de-açúcar por planta, 330 dias após o plantio. Paulínia/SP 2018.

Ingrediente ativo	Tebutiuron (1L ha⁻¹)	Diuron (4L ha⁻¹)	Sulfentrazone (0,6L ha⁻¹)	Clomazone (1,1L ha⁻¹)	Metribuzin (1,9L ha⁻¹)	Diclosulam (0,168Kg ha⁻¹)	Testemunha
Nº de colmos por touceira	5,875ab ¹	5,75ab	4,375b	6,37a	5,87ab	6,125a	6,125a
CV ² : 12,85%							

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à p<0,05, ²CV - Coeficiente de variação

De mesmo modo, em estudos realizados com herbicidas inibidores da PROTOX, aplicados na cultura da cana-de-açúcar. Indicaram que estes, afetam significativamente o comprimento e o número de colmos da variedade RB835089 (FAGLIARI et al, 2001)

2.2.1.5 Número médio de entre nós por colmo.

Os dados obtidos na avaliação de número médio de entre nós encontram-se na tabela 8. Os resultados obtidos, demonstram que não houve diferença entre os tratamentos quando comparado o número médio de entre-nós.

Tabela 8: Número médio de entre-nós de cana-de-açúcar por planta 330 dias após o plantio. Paulínia/SP 2018.

Ingrediente ativo	Tebutiuron (1L ha⁻¹)	Diuron (4L ha⁻¹)	Sulfentrazone (0,6L ha⁻¹)	Clomazone (1,1L ha⁻¹)	Metribuzin (1,9L ha⁻¹)	Diclosulam (0,168Kg ha⁻¹)	Testemunha
Nº de entre-nós por colmo	14,6ab ¹	15,85a	15,2ab	14,5ab	13,5b	14,55ab	15,25ab
CV ² : 6,69%							

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à p<0,05, ²CV - Coeficiente de variação

2.2.1.6 Produtividade

Como resultado entre a interação dos resultados anteriores, na tabela 9 é possível comparar a produtividade dos tratamentos utilizados.

Tabela 9: Produtividade (Kilogramas por hectare) de cana-de-açúcar 330 dias após o plantio. Paulínia/SP 2018.

Ingrediente ativo	Tebutiuron (1L ha⁻¹)	Diuron (4L ha⁻¹)	Sulfentrazone (0,6L ha⁻¹)	Clomazone (1,1L ha⁻¹)	Metribuzin (1,9L ha⁻¹)	Diclosulam (0,168Kg ha⁻¹)	Testemunha
Produtividade (KG/ha)	92500ab ¹	98750ab	75625b	105312ab	86562ab	85937ab	116562a
CV ² : 6,69%							

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à p<0,05, ²CV - Coeficiente de variação

Dentre os herbicidas, o sulfentrazone ($0,6 \text{ L ha}^{-1}$) promoveu uma redução de produtividade quando comparado aos demais, dados estes que corroboram com os observados por TIRONI et al (2012), no qual em estudo com cinco variedades observou-se redução de produtividade causada pelo mesmo tratamento. Porém, Santos (2016) obteve dados aonde apesar de injúrias, os tratamentos com sulfentrazone ($800 \text{ g i.a há}^{-1}$), não reduziram a produtividade em diferentes variedades de cana-de-açúcar.

Deste modo, algumas cultivares apresentam menor susceptibilidade à herbicidas, assim não demonstrando redução de produtividade (FERREIRA ET AL., 2005; BARELA & CHRISTOFFOLETI, 2006; TIRONI ET AL, 2012).

2.2.1.7 Germinação de gemas laterais

Na tabela 10, é possível comparar a porcentagem de germinação das gemas laterais

Tabela 10: Germinação média de gemas laterais de cana-de-açúcar. Paulínia-SP 2018.

Ingrediente ativo	Tebutiuron (1L.ha⁻¹)	Diuron (4L.ha⁻¹)	Sulfentrazone (0,6L.ha⁻¹)	Clomazone (1,1L.ha⁻¹)	Metribuzin (1,9L.ha⁻¹)	Diclosulam (0,168Kg.ha⁻¹)	Testemunha
Porcentagem de germinação	95 a	90 a	95 a	85 a	90 a	100 a	100 a

CV: 16,88%

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à $p < 0,05$, ²CV - Coeficiente de variação provenientes de cada tratamento.

Neste aspecto não foi possível observar diferenças estatísticas entre os tratamentos, o que comprova que não houve uma fitotoxidez “oculta”, onde visualmente não observa-se injúrias porem ocorre alterações metabólicas na cultura.

Entretanto, é possível observar uma redução significativa do tratamento clomazone, demonstrando alguma possibilidade de danos quando relacionado à germinação.

2.3 Conclusão

Os herbicidas tebutiuron, diuron, clomazone, metribuzin e diclosulam, mostraram-se seletivos para MPBs de cana-de-açúcar variedade CTC 4, quando aplicados em pós-transplante, em condições de campo.

O herbicida clomazone, promoveu injúrias elevadas no período inicial, entretanto com rápida recuperação. Não foi observado redução de produtividade, entretanto a redução de germinação das gemas laterais apesar de não significativa necessita de mais estudos.

O herbicida sulfentrazone, causou leves injúrias visuais, entretanto promoveu uma redução de produtividade, não sendo seletivo para a aplicação em pós-transplante em MPBs de cana-de-açúcar da variedade CTC4.

Referências

- ARÉVALO, R. A. Mato ecologia da cana-de-açúcar. São Paulo: Ciba-Geigy, 1979. 16 p.
- AZANIA, C. A. M. et al. Seletividade de herbicidas. II – aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas. *Planta Daninha*, v. 23, n. 4, p. 669-675, 2005.
- AZANIA, C.A.M.; AZANIA, A.A.P.M.; VITORINO, R.; BORGES, I.S.; SILVA, T.P. MPB no canavial. *Revista Cultivar*, n.185, p.40-41, 2014.
- BARELA, J.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Seletividade de herbicidas aplicados em pré emergência da cultura da cana-de-açúcar (RB 867515) tratada com nematicidas. *Planta Daninha*, v.24, n.2, p.371- 378, 2006.
- BLANCO, G. H.; OLIVEIRA, A. D.; COLETI, J. T. Competição entre plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato, com predomínio de gramíneas, em cultura de ano. III. Influência da competição na nutrição da cana-de-açúcar. *O Biólogo*, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 77-88, 1981.
- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar- Segundo Levantamento da Safra 2017/18. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_24_08_59_54_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_17-18.pdf. Acesso em Fevereiro de 2018.
- DIAS, J.L.C.S.; JUNIOR, A.C.S.; QUEIROZ, J.R.G.; MARTINS, D. Herbicides selectivity in pre-budded seedlings of sugarcane. *Arq. Inst. Biol.*, v.84, 1-9, e0112015, 2017.
- ELIA, P. Estabelecimento e desenvolvimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação. Piracicaba, 2016. 88 p .Dissertação (Mestrado em Ciências) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.
- FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; VENTRELLA, M. C.; BARBOSA, M. H. P.; PROCÓPIO, S. O.; REBELLO, V. P. A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryne. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582005000100012>>.
- FAGLIARI, J.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) *Acta Scientiarum Agronomy*, v.23, p.1229-1234, 2001.

HESS, F.D.; BRIDGES D. Mode of action of carotenoid biosynthesis inhibitors. In: Herbicide action course. West Lafayette: Purdue University, 2003. P. 465-490.

IAC (Instituto Agronômico de Campinas). Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.- Documentos, IAC, Campinas, 109, 2012

KRUSE, N. D. Inibidores da síntese de carotenóides. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. Herbicidologia. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. p. 113-122.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – capim-brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). Planta Daninha, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). Planta Daninha, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 323-330, 2001.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. Planta Daninha, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2000.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. dos; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N. da; MENDONÇA, J. R. de; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F. de; BRANCALÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Campinas: IAC, 2012. (Documentos, 109).

MONTÓRIO, A.G. et al. Metodologia para estudo de seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.upf.br/rbherbicidas/download/RBH230.pdf>> . Acesso em: 13 de outubro de 2018

NASCIMENTO, A. Eficácia de herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado na cultura da cana-de-açúcar. 2016. 37 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, Ilha Solteira, 2016.

NEGRISOLI, E. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência e associados a nematicidas, à cultura da cana-de-açúcar, cultivar RB855113. 2002. 48f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: Agropecuária, 2001, 362p.

PASTRE, W. Controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) com aplicação de Sulfentrazone e Flazasulfurone aplicados isoladamente e em mistura na cultura da cana-de-açúcar. Instituto Agronomico 2006.

PEREZ, L. L. Seletividade de sulfentazone e clomazone aplicados em pré-plantio de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar CTC11. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” 2017.

PESSAN, E.D; SCARTOZZONI, E. PLANTIO MECANIZADO DE CANADE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp.) UMA ABORDAGEM GERAL. 2012. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Mecanização em Agricultura de Precisão, Faculdade de Tecnologia de Pompeia - Fatec Shunji Nishimura Curso de Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão, Pompeia, 2012. Cap. 1.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1984. p. 37.

PITELLI, R.A. – Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. Informe agropecuário, 11(29): 16-27, 1985.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. Manejo de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. Viçosa: Editora UFV, 2003. 150p.

RASCHKE, U.; WERNER, G.; WILD, H.; STOTTMEISTER, U. Photolysis of metribuzin in oxygenated aqueous solutions. Chemosphere, Oxford, v.36, n.8, p.1745-1758, 1998.

RAVELI, M. B. Controle de qualidade no plantio de cana-de-açúcar. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP, Jaboticabal, 2013.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de herbicidas. 7. ed. Londrina: IAPAR, 2018. 763 p.

SANTOS, F.; BOREM, A. Cana-de-açúcar do plantio à colheita. Universidade Federal de Viçosa, 2016.

SCHIAVETTO, A. R. Tolerância de cana-de-açúcar a herbicidas avaliada pela diferença entre a testemunha pareada e tratamento. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, 2010.

SILVA, A.A; SILVA, J.F. Tópico em Manejo de Plantas Daninhas. Universidade Federal de Viçosa 2009.

SILVA, J.P.N.; SILVA, M.N. Noções da Cultura da Cana-de-Açúcar. Rede e-Tec Brasil, 106p, 2012.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL. SINDIVEG. Estatísticas do setor. Moema: [s.n.], 2014.

SOARES, R.O.; AZANIA,C.A.M.; LORENZATO,C.M.; SCHIAVETTO,A.R.; AZANIA,A.P.N;. Herbicidas de diferentes mecanismos de ação e a seletividade a cultivars de cana-de-açúcar. Nucleus, v.8,nº1, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS-SBCPD. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995.

TIRONI, S.P.et al. Produtividade e qualidade da matéria prima de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.1, p.32-41, jan./abr. 2012.

VELINI, E.D. Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia. 1995. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MANOEL, L.A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J.C.; CARVALHO, J.C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). Planta Daninha, v.18, p.123-134, 2000.

VICTÓRIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Manejo de plantas daninhas e produtividade de cana. Visão agrícola; Piracicaba, n. 1, p. 32-37, jan./jun. 2004.

ZERA, F.S., AZANIA, C.A.M., SCHIAVETTO, A.R., LORENZATO, C.M. e AZANIA, A.A.P.M. Tolerância de diferentes cultivares de cana-de-açúcar (saccharum spp.) a herbicidas. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 591-599, 2011

3 SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ E PÓS TRANSPLANTE DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO

Os herbicidas, além de promover o controle das plantas daninhas devem apresentar seletividade à cultura de modo a não causar danos à mesma. O objetivo deste estudo foi avaliar a seletividade de herbicidas às mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar da variedade CTC4. O projeto foi desenvolvido em casa de vegetação na estação experimental da FMC em Paulínia/SP, no período de setembro de 2018 à novembro de 2018. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com 6 herbicidas mais testemunha, 2 tipos de solo, 4 intervalos de aplicação e 4 repetições, totalizando 56 tratamentos. Os herbicidas utilizados foram: tebutiuron (1,0 Kg i.a .ha⁻¹), diuron (4,0Kg i.a .ha⁻¹), sulfentrazone (0,6Kg i.a .ha⁻¹), clomazone (1,1Kg i.a .ha⁻¹), metribuzin (1,9Kg i.a .ha⁻¹), diclosulam (0,168Kg i.a .ha⁻¹) e testemunha sem aplicação de herbicida. Os herbicidas foram aplicados em quatro intervalos: 0, 3, 7 dias antes do transplante e pós transplante das MPBs de cana-de-açúcar da variedade CTC4. Foram avaliados sintomas visuais de fitointoxicação e altura aos 0, 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 DAT (dias após o transplante), além de peso de massa seca da parte aérea ao 60 DAT. Nas condições em que este experimento foi conduzido, os herbicidas tebutiuron, diuron e sulfentrazone se mostraram seletivos em pós e pré-aplicação para MPBs de cana-de-açúcar. O herbicida diclosulam se mostrou o menos seletivo, seguido por clomazone e metribuzin para a variedade de cana CTC4.

Palavras-chave: Seletividade; MPB; Cana-de-açúcar; Herbicida

ABSTRACT

Herbicides, in addition to promoting weed control, must be selective to the crop, so as not to cause damages. The objective of this study was to evaluate the selectivity of herbicides to pre-sprouted seedlings (PSS) of CTC4 variety sugarcane's. The project was developed in a greenhouse at the FMC experimental station in Paulínia / SP, from September 2018 to November 2018. The experimental design was of completely randomized blocks with 6 herbicides plus control, 2 soil types, 4 intervals of application and 4 replications, totaling 56 treatments. The herbicides used were: tebutiuron (1.0 Kg ai.ha⁻¹), diuron (4.0 Kg ai.ha⁻¹), sulfentrazone (0.6 kg ai.ha⁻¹), clomazone (1.1 kg ai⁻¹), metribuzin (1.9Kg ia.ha⁻¹), diclosulam (0.168Kg ai.ha⁻¹) and control without herbicide application. The herbicides were applied at four intervals: 0, 3, 7 days before transplantation and after transplantation of the PSS sugarcane CTC4 variety. Visual symptoms of phytotoxicity and height were evaluated at 0, 3, 7, 14, 21, 30, 45 and 60 DAT (days after transplantation), besides dry mass weight of shoot at 60DAT. Under the conditions which this experiment was conducted, the tebutiuron, diuron and sulfentrazone herbicides were selective in powders and pre-applied to pss of sugarcane. The diclosulam herbicide was shown to be the least selective, followed by clomazone and metribuzin for the CTC4 sugarcane variety.

Keywords: Selectivity; PSS; Sugarcane; Herbicide

3.1 Introdução

Segundo dados da Conab (2018), o Brasil se permanece na posição de líder mundial em produção e processamento de cana-de-açúcar, com área estimada de 8.613,6 mil hectares, porém, com índices de produtividade estagnados ao redor de 75 a 78 ton.ha⁻¹ por longos anos, e sem perspectiva de aumento.

Dentre diversos fatores que limitam o crescimento da produtividade canavieira destaca-se a competição com plantas daninhas e a baixa taxa de renovação dos canaviais. Sendo necessário adoção de medidas mitigadoras desses efeitos, de modo a possibilitar progresso no setor.

Em relação às plantas daninhas, Toledo et al. (2017) relata que o manejo integrado de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, corresponde à interação de diversas práticas agrícolas de prevenção e controle de plantas daninhas. Assim, proporcionando melhor aproveitamento de recursos naturais para pleno desenvolvimento da cultura.

O método de controle mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar, é o químico, em razão de seu baixo custo quando comparado à outras modalidades, diversidade de herbicidas no mercado, e amplo espectro de plantas alvo. Como consequência de a cultura de cana-de-açúcar ser implantada em larga escala esse modo de manejo rapidamente foi aceito e disseminado pelo setor, sendo hoje a segunda cultura em consumo de herbicidas no Brasil (PROCÓPIO et al., 2003).

A utilização de herbicidas tradicionalmente empregados no sistema canavieiro, quando utilizado em aplicação pós transplante de MPB vem causando injúrias às plantas. Deste modo a utilização de aplicação pré transplante e pós transplante com intervalos maiores, são alternativas válidas. Entretanto, o emprego de herbicidas no sistema com MPB necessita de mais estudos (AZANIA, 2014). Em relação à aplicação em pré-plantio de MPBs de cana-de-açúcar, alguns herbicidas podem apresentar fitotoxicidade para a cultura, devido às raízes das mudas serem expostas à ação direta dos herbicidas, diferentemente do sistema convencional, onde as raízes desenvolvem-se abaixo da zona de ação dos herbicidas (DIAS, 2014).

Na utilização do controle químico, a seletividade de herbicidas é a base para o sucesso da operação e a recomendação de um herbicida está condicionada à sua seletividade. Seletividade de herbicidas é a capacidade de eliminar espécies vegetais indesejáveis sem promover reduções economicamente significativas, tanto na qualidade quanto na quantidade produzida pela cultura (VELINI et al., 2000).

De acordo com Fagliari et al. (2001), a seletividade de novos herbicidas deve ser avaliada nas variedades de cana-de-açúcar mais plantadas, assim como a tolerância de variedades recém lançadas aos herbicidas tradicionalmente utilizados nesta cultura também deve ser investigada. Na prática, estas avaliações são realizadas em estudos específicos sobre seletividade, com metodologia própria para cana-de-açúcar e, sempre sem a presença da comunidade infestante.

Inicialmente, o sistema de produção de mudas pré-brotadas foi desenvolvido objetivando a redução da elevada quantidade de colmos necessários para a multiplicação de novos cultivares e replantio. Além de redução da quantidade de mudas, este sistema promove elevada qualidade fitossanitária, resultando em lavouras com excelente padrão clonal e maior homogeneidade (LANDELL, 2012).

Assim, aliando ambas tecnologias de controle químico de plantas daninhas e utilização de MPBs de cana-de-açúcar, tem-se a possibilidade de renovação de canaviais com sanidade e qualidade além de incremento de produtividade. Entretanto, essa correlação entre herbicidas e MPBs necessita de estudos aprofundados em relação à seletividade.

3.2 Materiais e Métodos

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação da Estação experimental da FMC do Brasil em Paulínia, no período entre os dias 15 de setembro à 21 de novembro de 2018, com as seguintes coordenadas: latitude 22°45'0.64"S e longitude 47°08'31.60"O a uma altitude de 570 m.

Foram utilizados vasos plásticos de 1,5 L e dois tipos de solo: argiloso e arenoso. As características físico-químicas dos solos encontram-se nas tabelas de 11 a 13. Não foi realizado adubação em decorrência de possíveis interferências nos resultados e curto período do experimento. Os vasos foram preenchidos com os respectivos tipos de solo e deixados em repouso por 14 dias com irrigações eventuais até serem utilizados no experimento, de modo a ocorrer um preenchimento completo e retirada de eventuais bolsões de ar. Após a aplicação dos tratamentos a irrigação foi realizada por gotejamento mantendo-se a $\frac{3}{4}$ da capacidade de campo dos solos.

Tabela 11: Resultados da análise física do solo "arenoso" utilizado no experimento de estufa, Paulínia/SP, 2017/2018.

Argila (%)	Silte(%)	Areia Total(%)
9	13,3	77,7

Tabela 12: Resultados da análise química do solo "arenoso" utilizado no experimento de estufa, Paulínia/SP, 2017/2018.

M.O (%)	pH CaCl ₂	Presina Mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Al ³⁺	SB	CTC	V (%)	M (%)	S Mg dm ⁻³
1	5,3	116	59,56	2,1	0,4	0	2,78	4,5	62	0	9

Fonte: Instituto brasileiro de análises - IBRA

Tabela 13: Análise física do solo "argiloso" utilizado no experimento de estufa, Paulínia/SP, 2017/2018.

Argila (%)	Silte(%)	Areia Total(%)
54,2	15,9	29,9

Tabela 14: Análise química do solo "argiloso" utilizado no experimento de estufa, Paulínia/SP, 2017/2018.

M.O (%)	pH CaCl ₂	Presina Mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺ cmol _c dm ⁻³	Al ³⁺	SB	CTC	V (%)	M (%)	S Mg dm ⁻³
2,1	5,3	207	138,64	6,1	1,3	0	7,99	10,2	78	0	33

Durante todo o período do experimento foram coletados os dados climáticos, que podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15: Dados climáticos do período do experimento. Fonte: estação meteorológica da estação experimental da FMC do Brasil – Paulínia-SP 2018.

	set/18	out/18	nov/18	dez/18
Chuva (mm)	66,44	196,4	208,8	92,8
Temp. média (°C)	22,47	23,89	24,49	26,34

Para este experimento, foram utilizadas MPBs de cana-de-açúcar cultivar CTC4 adquiridas de empresa particular. Dois tipos de solos foram testados, argiloso e arenoso, em diferentes intervalos de aplicação dos herbicidas. Os intervalos de aplicação dos herbicidas foram: 7, 3 e 0 dias após a aplicação dos herbicidas e aplicação em pós emergência, sendo as aplicações realizadas em “sprayer” em local protegido e controlado. A escolha dos herbicidas foi baseada na maior utilização deste no setor canavieiro. Os herbicidas utilizados, bem como as doses estão representados na Tabela 16.

Tabela 16: Relação de produtos, doses e mecanismos de ação utilizados no experimento

Tratamentos	Nome comercial	Ingrediente ativo	Dose produto comercial(Kg ha ⁻¹ ou L ha ⁻¹)	Dose ingrediente ativo(Kg.ha ⁻¹)	Mecanismo de ação
1	Combine	Tebutiuron	2,0	1,0	Inibidor fotossistema II
2	Diuron Nortox	Diuron	5,0	4,0	Inibidor fotossistema II
3	Boral	Sulfentrazone	1,2	0,6	Inibidor de Protox
4	Gamit	Clomazone	2,2	1,1	Inibidor de síntese de caroteno
5	Sencor	Metribuzin	4,0	1,9	Inibidor fotossistema II
6	Coact	Diclosulam	0,2	0,168	Inibidor de ALS
7	Testemunha				

As plantas daninhas foram controladas manualmente, de modo a não interferirem nas avaliações e no desenvolvimento da cana-de-açúcar.

O delineamento utilizado foi o de inteiramente casualizado com 7 tratamentos, 4 intervalos de plantio e dois tipos de solo. Compondo assim um esquema com 56 tratamentos. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e a comparação de médias efetuada pelo Scott-Knott (5%) quando a análise envolvia diversas variáveis, promovendo separação mais clara dos grupos e facilitando a análise dos resultados (FERREIRA et al 1999). O programa estatístico utilizado foi o SASM-agri.

Os tratamentos submetidos à aplicação em pós transplante inicial foram transplantados 7 dias antes de serem submetidos à aplicação, de modo a enraizarem e não provocar possíveis perdas de parcelas. Os demais tratamentos no sistema de pré transplante, foram submetidos à aplicação conjunta dos herbicidas, e posteriormente MPBs de cana-de-açúcar foram transplantadas de acordo com o intervalo de cada um. No momento do transplante dos tratamentos foi utilizada ferramenta que simula a “matraca” no transplante das MPBs, de modo a simular a operação de campo e possível aprofundamento da camada superficial de herbicida (Figura 10). Entre cada transplante esta ferramenta era lavada de modo a não contaminar o tratamento seguinte.

Figura 10: Esquemática da operação de transplante: Vaso sem herbicida (1), Vaso com camada superficial de herbicida (2), utilização de ferramenta para transplante da MPB (3), transplante realizado com aprofundamento da camada superficial (4).

Os critérios avaliados foram: fitotoxicidade através de escala visual, altura e biomassa seca da parte aérea ao final do experimento.

- a) Avaliação de Fitotoxicidade: foi realizada por meio de uma escala percentual de notas, onde 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria e 100 (cem) à morte das plantas (SBCPD, 1995). As avaliações foram realizadas aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após o transplante (DAT) das MPBs de cana-de-açúcar.
- b) Altura das plantas (cm): a altura foi medida com uma régua graduada, medindo-se o comprimento do perfilho principal da superfície do solo até o ápice da primeira folha completamente desenvolvida (+1). As avaliações foram realizadas aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após o transplante (DAT) das MPBs de cana-de-açúcar.
- c) Biomassa Seca da Parte Aérea (g): Aos 60 DAT, realizou-se o corte das plantas de cana-de-açúcar rente ao solo, acondicionou-se toda a parte aérea de cada vaso e saco de papel pardo e foi levado para estufa de ar forçado à 65°C até atingir massa seca constante.

3.4 Resultados e Discussões

3.4.1 Fitotoxicidade

Na tabela 16, são apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes aos sintomas visuais de fitointoxicação das MPBs de cana-de-açúcar no decorrer das avaliações.

Foram observados sintomas de injúrias causados pelos herbicidas para todos os tratamentos, mesmo que em pequena escala. Entretanto houve diferença entre os tratamentos, influenciados pelo posicionamento, época de aplicação e tipo de solo.

Para os tratamentos tebutiuron (1L ha^{-1}) e diuron (4L ha^{-1}), quando aplicados em pós transplante não foi observado injúrias, demonstrando-se estes seletivos nesse posicionamento. Segundo Montório et al (2018), em estudo de seletividade com a cv. RB 835089, tanto tebutiuron ($1,1\text{L ha}^{-1}$) quanto diuron ($2,5\text{L ha}^{-1}$) foram seletivos em pós transplante. Quando posicionado em pré transplante, ocorreram injúrias iniciais, entretanto de rápida recuperação pelas MPBs de cana-de-açúcar. Assim não sendo constatado danos visuais aos 60 DAT (dias após o transplante).

Quando utilizado diclosulam (168g i.a ha^{-1}), pode-se observar os maiores sintomas de intoxicação das MPBs de cana-de-açúcar, quando posicionado em pré-transplante, não sendo visualizado recuperação da cultura no decorrer das avaliações. Segundo Giraldele et al (2018), em estudo semelhante o herbicida diclosulam (193g i.a ha^{-1}) propiciou injúrias visuais até a última avaliação aos 60 DAT, entretanto em níveis mais baixos do observado no presente estudo. No caso do sulfentrazone (800g i.a ha^{-1}) ambos estudos demonstram pouca ou nula a presença de injúrias aos 60 DAT. Outro estudo que corrobora neste caso, evidencia fitotoxidez nos tratamentos com presença de sulfentrazone (800g i.a ha^{-1}), sendo que quanto mais próxima a data do transplantio maiores os sintomas, porém com redução e anulação desta no decorrer das avaliações (CAMPOS, 2017). A Figura 11, demonstra a injúria causada pelo sulfentrazone ($0,6\text{L i.a. ha}^{-1}$) em pós-emergência.

Clomazone ($1,1\text{L ha}^{-1}$), causou fitotoxidez (Figura 11) inicial elevada independentemente do tipo de solo ou posicionamento, entretanto com recuperação e desenvolvimento contínuo durante o estudo. PEREZ (2017) relatou dados semelhante que corroboram com o estudo, no qual diferentes doses de clomazone foram testadas, as cloroses típicas do produto foram observadas, entretanto não comprometeu o desenvolvimento da cultura que rapidamente se recuperou.

Figura 11: Sintomas de fitotoxidez observadas aos 14 dias após à aplicação em pós-emergência. À esquerda sulfentazone ($0,6 \text{ L i.a ha}^{-1}$) e à direita clomazone ($1,1 \text{ L ha}^{-1}$).

Metribuzin ($1,9 \text{ L.ha}^{-1}$) quando posicionado em pós-emergência casou pouca injúria à cultura independentemente do tipo de solo. Entretanto, quando posicionado em pré-transplante das MPBs de cana-de-açúcar os danos foram severos. SANTANA (2012), em estudo de comportamento de herbicidas demonstrou o grande potencial de lixiviação do metribuzin em diversas doses, sendo observado dados de 5 dias após a aplicação o herbicida estar presente em profundidades entre 6 a 9 centímetros. Assim, possibilitando uma compreensão das injúrias observadas. Assim, o tratamento 3DAA expôs às raízes das MPBs às maiores concentrações do herbicida, causando as maiores injúrias observadas. As MPBs de modo geral, obtiveram recuperação no decorrer do estudo, com exceção do tratamento argiloso 3DAA.

Tabela 16: Fitotoxicidade média causada pelos tratamentos em MPB de cana-de-açúcar ao longo das datas de avaliação, analisadas separadamente por intervalo. Paulínia/SP, 2018.

Tratamentos	Tipo de Solo	3DAT ¹				7DAT				14DAT				21DAT				30DAT				45DAT				60DAT			
		Pós-Emergência 7 DAA ²	3DAA	0 DAA		Pós-Emergência 7 DAA	3DAA	0 DAA		Pós-Emergência 7 DAA	3DAA	0 DAA		Pós-Emergência 7 DAA	3 DAA	0 DAA		Pós-Emergência 7 DAA	3 DAA	0 DAA		Pós-Emergência 7 DAA	3 DAA	0 DAA		Pós-Emergência 7 DAA	3 DAA	0 DAA	
Tebutiuron (1L.ha⁻¹)	Arg. ⁵	0d	0d	0d	30c	0d	0d	0d	17,5d	0d	0d	0d	7,5d	0e	0e	0e	7,5e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0d	0d
	Are. ⁶	0d	0d	60b	0d	0d	0d	12,5d	0d	0d	0d	4,25d	0d	0e	0e	0e	0e	0e	0e	3,75e	0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0d	0d
Diuron (4L.ha⁻¹)	Arg.	0d	0d	0d	23,75c	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	3,75d	0e	0e	0e	1,25e	0e	1,25e	3,75e	0e	0e	0e	2,5e	0e	0d	0d	0d	0d
	Are.	0d	0d	0d	0d	0d	23,75d	2,5d	0d	0d	1,75d	2,5d	0d	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0d	0d
Sulfentrazone (0,6L.ha⁻¹)	Arg.	7,5d	0d	0d	0d	13,75d	0d	2,5d	0d	11,25d	0d	0d	3,75d	6,25e	0e	10e	0e	7,25e	0e	1,25e	0e	0e	0e	5e	0e	0d	0d	0d	0d
	Are.	8,75d	0d	2,5d	0d	17,5d	0d	0d	0d	45c	7,5d	1,25d	1,25d	33,75c	37,5c	27,5d	21,25d	12,5d	37,5c	19,5d	17,5d	3,75e	25d	12,5d	6,25e	0d	12,5c	0d	0d
Clomazone (1,1L.ha⁻¹)	Arg.	11,25d	12,5d	30c	57,5b	37,5c	0d	2,5d	3,75d	50c	10d	11,25d	12,5d	6,25e	15d	26,25d	16,25d	8,5e	23d	23,75d	28d	7,5e	1,25e	11,75d	6,25e	0d	0d	6,25d	2,5d
	Are.	16,25c	42,5b	32,5c	0d	41,25c	2,5d	40c	6,25d	53,75c	16,25d	27,5d	71,25b	30d	55c	56,25c	65b	45c	71,25b	65b	62,5b	22,5d	62,5b	37,5c	45c	2,5d	40b5c	27,5c	28,75c
Metribuzin (1,9L.ha⁻¹)	Arg.	0d	0d	85a	82,5a	0d	0d	95a	47,5c	2,5d	0d	92,5a	41,25c	1,25e	0e	95a	38,75c	0e	0e	98,75a	13,75d	1,25e	0e	96,25a	0e	0d	0d	90a	15c
	Are.	0d	30c	76,25a	0d	0d	28,75d	56,25c	2,5d	0d	41,25c	38,75c	0d	0e	21,25d	37,5c	0e	0e	30d	11,75d	0e	0e	17,5d	0e	0e	0d	0d	0d	0d
Diclosulam (0,168Kg.ha⁻¹)	Arg.	0d	0d	82,5a	72,5a	0d	0d	73,75b	66,25b	2,5d	16,25d	66,25b	63,75b	6,25e	22,5d	70b	73,75b	6,25e	53,75c	83,75a	67,5b	3,75e	45c	70b	63,75b	0d	42,5b	77,5a	70a
	Are.	0d	38,75b	50b	2,5d	0d	2,5d	0d	0d	0d	28d	0d	10,5d	18,75d	28,75d	15d	46,25c	32,5d	43,75c	23,75d	48,75c	33,75c	25d	15d	60b	17,5c	27,5c	0d	67,5a
Testemunha	Arg.	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0d	0d
	Are.	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0d	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0e	0d	0d	0d	0d
CV(%) ⁴		93,19				143,91				94,16				97,85				83,25				102,4				133,24			

¹Dias após o transplante, ²Dias após a aplicação, ³Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot à p<0,05, ⁴CV - Coeficiente de variação, ⁵Argiloso,⁶Arenoso

Nas figuras 12 a 15, é possível comparar a fitotoxidez causada pelos herbicidas em diferentes época e tipos de solo.

Figura 12: Avaliação visual dos tratamentos em solo argiloso. ¹Dias antes do transplante, ²Tebutiuron (1,0 Kg i.a ha⁻¹), ³Diuron (4,0 Kg i.a ha⁻¹), ⁴Sulfentrazone (0,6 Kg i.a ha⁻¹), ⁵Clomazone (1,1 Kg i.a ha⁻¹), ⁶Metribuzin (1,9 Kg i.a ha⁻¹), ⁷Diclosulam (0,168 Kg i.a ha⁻¹) e ⁸Testemunha

Figura 13: Avaliação visual dos tratamentos em solo arenoso. ¹Dias antes do transplante, ²Tebutiuron (1,0 Kg i.a ha⁻¹), ³Diuron (4,0 Kg i.a ha⁻¹), ⁴Sulfentrazone (0,6 Kg i.a ha⁻¹), ⁵Clomazone (1,1 Kg i.a ha⁻¹), ⁶Metribuzin (1,9 Kg i.a ha⁻¹), ⁷Diclosulam (0,168 Kg i.a ha⁻¹) e ⁸Testemunha

Figura 14: Avaliação visual dos tratamentos em solo argiloso. ¹Dias antes do transplante, ²Tebutiuron (1,0 Kg i.a ha⁻¹), ³Diuron (4,0 Kg i.a ha⁻¹), ⁴Sulfentrazone (0,6 Kg i.a ha⁻¹), ⁵Clomazone (1,1 Kg i.a ha⁻¹), ⁶Metribuzin (1,9 Kg i.a ha⁻¹), ⁷Diclosulam (0,168 Kg i.a ha⁻¹) e ⁸Testemunha

Figura 15: Avaliação visual dos tratamentos em solo arenoso. ¹Dias antes do transplante, ²Tebutiuron (1,0 Kg i.a ha⁻¹), ³Diuron (4,0 Kg i.a ha⁻¹), ⁴Sulfentrazone (0,6 Kg i.a ha⁻¹), ⁵Clomazone (1,1 Kg i.a ha⁻¹), ⁶Metribuzin (1,9 Kg i.a ha⁻¹), ⁷Diclosulam (0,168 Kg i.a ha⁻¹) e ⁸Testemunha

3.4.2 Altura

No decorrer das avaliações foram observadas algumas reduções de altura quando comparado com as testemunhas, o que pode ser comprovado na tabela 17. Entretanto a avaliação mais evidente fora aos 60DAT, onde foi constatado que as MPBs de cana-de-açúcar sob o tratamento de diclosulam (168g.i.a ha^{-1}) apresentaram as menores alturas dentre os tratamentos, diferindo estatisticamente dos demais. De acordo com Giraldele et al (2018), o herbicida diclosulam (193 g i.a ha^{-1}) propiciou resultados semelhantes aos 60 DAT, entretanto em níveis mais baixos do observado no presente estudo. Quando utilizado o sulfentrazone ($800\text{ g i.a. ha}^{-1}$) ambos estudos demonstram que não houve redução de altura quando comparado com a testemunha. Em estudo semelhante Dias (2017), obteve resultados que corroboram com os avaliados, no qual, o diclosulam(200 g.i.a ha^{-1}) reduziu o porte da cultura, decorrente das injúrias causadas durante o desenvolvimento diferindo estatisticamente dos demais. Neste estudo, Dias (2017), ainda relata uma redução quando utilizado metribuzin($1920\text{ g i.a ha}^{-1}$), entretanto não diferindo estatisticamente dos demais, o que não corrobora com os dados obtidos neste caso.

Vários pesquisadores, ao estudarem a influência de herbicidas sobre a altura de plantas de cana-de-açúcar, constataram algum tipo de dano. Considerando aplicações em pré-emergência, Dinardo-Miranda et al. (2001) verificaram redução da altura em cana-planta com a aplicação de metribuzin (1680 g ha^{-1}) e clomazone (1000 g ha^{-1}).

Tabela 17:Altura média (cm) de MPBs de cana-de-açúcar ao longo das datas de avaliação, analisadas separadamente por intervalo de tempo.

Tratamentos	Tipo de Solo	3DAT ¹				7DAT				14DAT				21DAT				30DAT				45DAT				60DAT			
		Pós-Emergência	7 DA A ²	3 DA A	0 DA A	Pós-Emergência	7 DA A	3 DA A	0 DA A	Pós-Emergência	7 DA A	3 DA A	0 DA A	Pós-Emergência	7 DA A	3 DA A	0 DA A	Pós-Emergência	7 DA A	3 DA A	0 DA A	Pós-Emergência	7 DA A	3 DA A	0 DA A	Pós-Emergência	7 DA A	3 DA A	0 DA A
Tebutiuron (1L.ha ⁻¹)	Argiloso	21,25a	24,5a	21a	21,5a	21,25a	24,5a	21a	21,5a	22a	25,5a	24a	24a	29,75a	30a	28a	25,75a	39,25a	36,25a	35,25a	34a	45,5a	42a	41,25a	42,25a	59,5a	53,5a	53,75a	55a
	Arenoso	19,25b	20,5a	19,25b	20,75a	19,25b	20,5a	19,25b	20,75a	24,75a	22,5a	21,5a	22,25a	29,5a	30,25a	26a	27,5a	33,25a	32,75a	31,5a	29a	49,25a	46a	40,5a	43,25a	57a	55a	43,5b	51,25b
Diuron (4L.ha ⁻¹)	Argiloso	21,75a	23a	20,75a	23a	21,75a	23a	20,75a	23a	23,25a	24a	23,75a	23a	29,5a	28,75a	23,5b	26,75a	38,5a	36a	35a	34a	41,75a	42,75a	40,25a	41,25a	59,25a	57a	53a	50,5b
	Arenoso	21,5a	22a	20,25a	22a	21,5a	22a	20,25a	22a	25,25a	22,75a	22,5a	22,25a	31,5a	29,25a	27,75a	28,25a	33,25a	32,5a	31a	27,5a	50,5a	46,5a	41,25a	43,25a	59,5a	58a	50b	55,75a
Sulfentrazone (0,6L.ha ⁻¹)	Argiloso	22a	21,5a	22a	22,5a	22a	21,5a	22a	22,5a	22,5a	23,5a	22,75a	25,5a	27a	27,5a	28,25a	29,75a	37,5a	35,75a	34,75a	34a	46a	42,75a	41,5a	46,5a	56a	52b	51,75b	59a
	Arenoso	20,75a	20a	21,25a	21a	20,75a	20a	21,25a	21a	25a	21,25a	24a	22a	30a	28,5a	30,25a	26,75a	33,25a	32,5a	30,75a	27,5a	49a	38,25a	44,75a	42a	53,5a	50,25b	57,75a	48,5b
Clomazone (1,1L.ha ⁻¹)	Argiloso	20,75a	23,75a	21a	23a	20,75a	23,75a	21a	23a	23a	22,75a	22,25a	24,5a	26,5a	29,25a	25,75a	28,25a	37,5a	35,75a	34,5a	33,75a	44,25a	40,75a	41,25a	43a	58a	56,75a	53,5a	58,25a
	Arenoso	21,75a	21,5a	21a	21,5a	21,75a	21,5a	21a	21,5a	22,75a	23,75a	21,75a	26,5a	30a	27,75a	25,5a	30,25a	33a	32,5a	30,75a	26,75a	49a	38,75a	42,5a	43,5a	53,75a	49,25b	48,5b	52b
Metribuzin (1,9L.ha ⁻¹)	Argiloso	22a	20,75a	15,5c	21,25a	22a	20,75a	15,5c	21,25a	23,5a	21a	13,75c	21,25a	26,25a	25,5a	11,5c	20,5b	37,5a	35,75a	34,5a	33,75a	40,5a	42,5a	12c	33,75b	54,25a	55,75a	16,25d	43,75b
	Arenoso	20,75a	18,75b	19,25b	20,75a	20,75a	18,75b	19,25b	20,75a	22,75a	20,75a	21,25a	24,5a	30,75a	24b	22,5b	27,75a	33a	32a	30,5a	17,25b	45,25a	36,75a	40,5a	35,75a	56,25a	46,5b	47,75b	43,25b
Diclosulam (0,168Kg.ha ⁻¹)	Argiloso	22,25a	20,75a	17,25c	18b	22,25a	20,75a	17,25c	18b	23,75a	23,5a	17b	18,5b	28a	24,25b	15,5c	19,25b	36,5a	35,5a	34,25a	33,75a	40,25a	32,5b	21c	19,5c	55,5a	37c	21,25d	25,25d
	Arenoso	21,5a	20,75a	20,75a	20,25a	21,5a	20,75a	20,75a	20,25a	21,25a	24a	23,75a	22,5a	23,75b	29,25a	25,75a	27a	33a	32a	30a	15,25b	28,75b	29,5b	35,25a	25,5b	32c	29c	43b	24,5d
Testemunha	Argiloso	22a	21,75a	21,25a	22,25a	22a	21,75a	21,25a	22,25a	24a	25,75a	20,25a	23,75a	30,5a	28,5a	21,5b	28a	36,5a	35,25a	34,25a	33,25a	47,25a	45,25a	41,25a	38,75a	54,25a	55a	50,5b	51b
	Arenoso	20a	22,25a	20,25a	21,25a	20a	22,25a	20,25a	21,25a	24,5a	24a	22,5a	28a	34,25a	31,25a	28,75a	29,5a	32,75a	32a	29,25a	11,25b	46,5a	42,25a	43,75a	49,5a	49,25b	46,75b	50,75b	61,75a
CV(%) ⁴		8,33				11,43				11,94				13,97				13,33				16,22				14,9			

¹Dias após o transplante, ²Dias após a aplicação, ³Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot à p<0,05, ⁴CV - Coeficiente de variação

3.4.3 Biomassa seca da parte aérea

Como resultado da interação de fitotoxicidade e altura das plantas, a biomassa seca da parte aérea (BSPA) das MPBs de cana-de-açúcar contribui para a comprovação de seletividade dos tratamentos e pode ser observado na tabela 18.

Neste estudo, quando aplicado em pós transplante das MPBs, não foi observado redução da BSPA em nenhum dos tratamentos.

Quando posicionado em aplicação pré transplante, foi constatado redução de BSPA em alguns tratamentos. Sendo o diclosulam (0,168 kg i.a.ha⁻¹) o que promoveu reduções em todos os posicionamentos independentemente do tipo de solo utilizados, sendo assim o menos seletivo nesse aspecto. Dados obtidos por Dias(2017), corroboram neste sentido, visto que o diclosulam reduziu significativamente o BSPA, quando comparado com os demais. O metribuzin (1,9 Kg i.a ha⁻¹), também promoveu reduções expressivas diferindo da testemunha quando posicionado aos 3DAT e 7DAT em ambos tipos de solo, e aos 0 DAT em solo arenoso. Além desses herbicidas, sulfentrazone (0,6 L i.a ha⁻¹) e diuron (4,0 L i.a ha⁻¹) diferiram estatisticamente da testemunha aos 7 DAT quando em solo arenoso. Giraldeli et al (2018) relatou que sulfentrazone (800 g i.a. ha⁻¹) não promoveu redução de BSPA quando em solo argiloso aplicado 5 dias antes do transplante. No caso do diclosulam(193g i.a ha⁻¹) ocorreu redução e diferença estatística da testemunha.

Tabela 18: Biomassa seca da parte aérea(gramas) de MPB de cana-de-açúcar.

Ingrediente ativo	Dose i.a (Kg ha ⁻¹ ou L ha ⁻¹)	Tipo de Solo	Época de aplicação			
			Pós- Emergência	7 DAT ¹	3 DAT	0 DAT
Tebutiuron	1,0	Argiloso	4,17a	5,18a	5,18a	4,34a
		Arenoso	5,12a	4,17a	3,08b	3,76a
Diuron	4,0	Argiloso	4,86a	5,21a	4,41a	5,10a
		Arenoso	5,66a	4,53a	4,09a	3,36b
Sulfentrazone	0,6	Argiloso	4,99a	4,75a	4,93a	5,58a
		Arenoso	5,24a	3,97a	4,46a	3,26b
Clomazone	1,1	Argiloso	4,63a	5,19a	4,87a	4,95a
		Arenoso	3,88a	4,13a	3,81a	3,96a
Metribuzin	1,9	Argiloso	3,72a	4,76a	0,74c	3,09b
		Arenoso	5,34a	3,41b	2,70b	2,39b
Diclosulam	0,168	Argiloso	4,40a	2,51b	0,82c	1,91c
		Arenoso	3,81a	1,72c	2,11c	1,26c
Testemunha	-	Argiloso	4,69a	4,05a	3,36b	4,58a
		Arenoso	4,40a	3,72a	2,37b	3,97a
CV(%) ³	25,26					

¹ Dias antes do transplante, ²Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot à p<0,05, ³CV - Coeficiente de variação

3.5 Conclusão:

Nas condições em que este estudo foi realizado, pode-se concluir que:

- O herbicida diclosulam mostrou-se o menos seletivo, independente do posicionamento da aplicação, seguido do herbicida metribuzin e clomazone.
- Os herbicidas tebutiuron, diuron e sulfentrazone mostram-se seletivos para as MPBs de cana-de-açúcar da variedade CTC4.

Referências

- AZANIA, C.A.M.; AZANIA, A.A.P.M.; VITORINO, R.; BORGES, I.S.; SILVA, T.P. MPB no canavial. *Revista Cultivar*, n.185, p.40-41, 2014.
- CAMPOS, B.F. Seletividade de herbicidas para mudas pré-brotadas iac e plene pb de cana-de-açúcar avaliadas por características fitotécnicas e marcadores isoenzimáticos. Dissertação (Mestrado)- Instituto Agrônomo de Campinas. 2017.
- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar- Segundo Levantamento da Safra 2017/18. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_24_08_59_54_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_17-18.pdf. Acesso em Fevereiro de 2018.
- DIAS, J.L.C.S.; JUNIOR, A.C.S.; QUEIROZ, J.R.G.; MARTINS, D. Herbicides selectivity in pre-budded seedlings of sugarcane. *Arq. Inst. Biol.*, v.84, 1-9, e0112015, 2017.
- DIAS, JOSÉ LUIZ CARVALHO DE SOUZA. Sletividade de herbicidas em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. 2014. 73p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, Faculdade de ciências agrarias e veterinária de jabotical 2014.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; JACON, J. J. Efeito da Interação entre nematicidas e herbicidas em cana-de-açúcar. *Nematologia brasileira*, v 25, n°2, p. 197-203, 2001.
- FAGLIARI, J.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) *Acta Scientiarum Agronomy*, v.23, p.1229-1234, 2001.
- GIRALDELI, A. I.; SILVA, A.F.M.; BRITO, C F.; ARAÚJO, L. S.; PAGENOTTO, A. C. V.; MORAES, J. P.; VICTIOA FILHO, R.. Crescimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em duas modalidades de aplicação de herbicidas. *Revisa brasileira de herbicidas*, v 17, n 3, 2018.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. dos; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N. da; MENDONÇA, J. R. de; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F. de; BRANCALÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Campinas: IAC, 2012. (Documentos, 109).

MONTÓRIO, A.G. et al. Metodologia para estudo de seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.upf.br/rbherbicidas/download/RBH230.pdf>> . Acesso em: 13 de outubro de 2018

PEREZ, L. L. Seletividade de sulfentazone e clomazone aplicados em pré-plantio de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar CTC11. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” 2017.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. Manejo de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. Viçosa: Editora UFV, 2003. 150p.

SANTANA, D. C. Estudo da lixiviação de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar com plantas bioindicadoras. Dissertação Mestrado Agricultura - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP, 2012.

TOLEDO, R.E.B.; VICTORIA FILHO, R.; MARCHIORI, L.F.S.; KARAM, D.; NEGRISOLI, E. Sistema de produção de cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos. P311-343. Embrapa 2017

VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MANOEL, L.A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J.C.; CARVALHO, J.C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). Planta Daninha, v.18, p.123-134, 2000.