

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM MUDAS PRÉ-
BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**José Luiz Carvalho de Souza Dias
Engenheiro Agrônomo**

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM MUDAS PRÉ-
BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**José Luiz Carvalho de Souza Dias
Orientador: Prof. Dr. Dagoberto Martins**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2014

Dias, José Luiz Carvalho de Souza
D541s Seletividade de herbicidas em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar / José Luiz Carvalho de Souza Dias. -- Jaboticabal, 2014
xvi, 71 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientador: Dagoberto Martins

Banca examinadora: Luciano Soares de Souza, Robinson Luiz

Campos Machado Pitelli

Bibliografia

1. Saccharum spp. 2. Seletividade. 3. Mudas pré-brotadas. 4. Fitointoxicação. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.954:633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

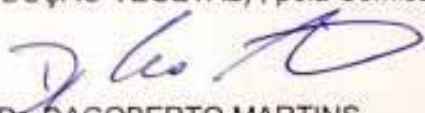
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

AUTOR: JOSÉ LUIZ CARVALHO DE SOUZA DIAS

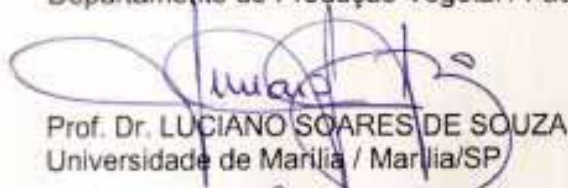
ORIENTADOR: Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

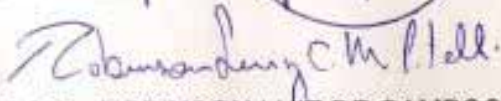


Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. LUCIANO SOARES DE SOUZA
Universidade de Marília / Marília/SP



Prof. Dr. ROBINSON LUIZ DE CAMPOS MACHADO PITELLI
Ecosafe Agricultura e Meio Ambiente / Jaboticabal/SP

Data da realização: 26 de novembro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSÉ LUIZ CARVALHO DE SOUZA DIAS - nascido em 04 de outubro de 1988 na cidade de Ribeirão Preto - SP, filho de Reinaldo de Souza Dias e Dulce Maria Carvalho de Souza Dias, tendo como irmão Ricardo Carvalho de Souza Dias, é Engenheiro Agrônomo formado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, em 2011. Durante a graduação realizou estágios no Departamentos de Produção Vegetal e no Departamento de Solos, trabalhou como integrante da equipe do ano agrícola na CAPjr (Empresa Júnior de Consultoria) e atuou como representante da comissão de eventos no GIEU (Grupo Integração Empresa Universidade). Realizou seu estágio obrigatório de conclusão de curso na Range Cattle Research & Education Center, em Ona - FL/EUA, trabalhando com seletividade de herbicidas em cultivares forrageiras. De fevereiro a julho de 2012, trabalhou com as culturas de cana-de-açúcar e seringueira na Agropecuária Jacarezinho, em Valparaíso - SP. Em julho de 2012 iniciou o programa de Trainee na Usina São Martinho, em Pradópolis - SP, atuando na área de qualidade agrícola, permanecendo até agosto de 2014. Em março de 2013 iniciou curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal.

"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim."

Chico Xavier

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Dulce Maria Carvalho de Souza Dias e Reinaldo de Souza Dias, pela dedicação e apoio ao longo de minha formação, e pelo contínuo estímulo à realização dos meus sonhos.

Ao meu irmão Ricardo Carvalho de Souza Dias tão importante em todos os momentos de minha vida.

A todas pessoas especiais que dividiram seu tempo comigo, me acompanharam e fizeram parte dessa realização.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por iluminar minha vida e me guiar por todos os caminhos que já trilhei;

Ao **Prof. Dr. Dagoberto Martins** pelo incentivo, orientação, dedicação, ensinamentos, compreensão, confiança e amizade, a minha eterna gratidão;

Ao **Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves** pelo incentivo, dedicação, conselhos, amizade e disponibilidade de equipamentos determinantes para a realização deste trabalho;

Aos meus pais **Reinaldo de Souza Dias** e **Dulce Maria Carvalho de Souza Dias** por me apoiarem sempre em minhas decisões e me darem suporte e apoio para realizar todos os meus sonhos;

Ao meu irmão **Ricardo Carvalho de Souza Dias** pela eterna amizade, confiança e por sempre se disponibilizar a me ajudar nas avaliações e outras responsabilidades que tive durante este período;

À minha namorada **Sabrina Saraiva Santana** por sempre ficar do meu lado nos momentos fáceis e difíceis, me apoiando e incentivando a realizar meus sonhos e por sempre se disponibilizar a me ajudar em tudo que preciso;

À Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal, e em especial ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado;

Aos membros da banca examinadora no Exame de Qualificação e na Defesa da dissertação, **Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves**, **Dr^a Mariluce Pascoina Nepomuceno**, **Dr. Robinson Luiz Campos Machado Pitelli** e **Prof. Dr. Luciano Soares de Souza** pela valiosa contribuição com suas sugestões;

À **Usina São Martinho** por confiar em meu trabalho, abrindo as portas para a realização de meu experimento dentro da usina.

À todos os funcionários da Usina que de alguma forma fizeram parte desta realização acadêmica, em especial ao **Marcos Antonio Marcari, Igor Vanzela Pizzo, Pedro Sergio Lima Ramos e Edson Baldan Junior** pelas sugestões, apoio, amizade e esclarecimentos de dúvidas ao longo do trabalho; ao **João Gabriel Moreno Anchieschi, José Francisco Maturo "Careca" e José Carlos dos Santos "Zé"**, pela ajuda nas avaliações e amizade. Também à todos os funcionários do viveiro de mudas florestais pelo apoio na formação das mudas pré-brotadas;

Aos meus amigos **Antonio Carlos da Silva Junior e Juliana Roberta Gobi Queiroz** pela ajuda na condução do experimento, apoio e amizade;

Aos meus amigos **Vinicius de Souza Silva, Felipe Junqueira D'Ávila Ribeiro, Lucas Beneti Issa, Tiago Raya Ravelli, André Naves Magalhães, Guilherme Raya Ravelli, Guilherme Oliveira da Silva, Arthur Machado de Souza Proença, Rafael Gonçalves Pelluco, Mailson Vitalli Pires, Luis Guilherme Polizel Libardi, Jivago de Oliveira Rosa, Caio Donadon, Henrique Ordones, Paulo Sergio Schimidt** pelo companheirismo nos momentos felizes e tristes, conselhos e amizade;

Às minhas queridas avós **"Vó Mali" e "Vó Martha"**, por serem meus exemplos de vida e amor;

Aos meus tios e primos por sempre estarem ao meu lado e por sempre participarem de minhas conquistas em minha vida;

Ao pesquisador **Brent Sellers**, pela oportunidade de trabalhar com ele nos Estados Unidos, amizade, companheirismo e conselhos;

Aos professores do curso, pelos ensinamentos e companheirismo;

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação, pela atenção e trabalhos prestados;

Aos funcionários da Biblioteca, pela atenção e trabalhos prestados;

Enfim, para aqueles que, de alguma forma, colaboraram direta ou indiretamente para a finalização de mais esta etapa acadêmica, deixo meus sinceros agradecimentos;

Muito Obrigado !

Sumário

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE APÊNDICES.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. A cultura da cana-de-açúcar.....	3
2.2. Sistema de multiplicação por Mudas Pré-Brotadas (MPB).....	4
2.3. Plantas daninhas na cana-de-açúcar	6
2.4. Uso de herbicidas na cana-de-açúcar	9
2.4.1. S-metolachlor.....	13
2.4.2. clomazone	13
2.4.3. sulfentrazone	14
2.4.4. diclosulam	16
2.4.5. metribuzin	17
2.4.6. diuron + hexazinone	18
2.5. Seletividade dos herbicidas	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Instalação e condução do estudo	29
3.2. Cultivares utilizadas.....	30
3.2.1. CTC14	30
3.2.2. CTC7	31
3.2.3. RB966928.....	31
3.3. Preparo das mudas pré-brotadas	33
3.4. Plantio das mudas pré-brotadas e aplicação dos herbicidas.....	34
3.5. Tratamentos e delineamento experimental.....	35
3.6. Características avaliadas.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5. CONCLUSÃO	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO - Os herbicidas devem apresentar seletividade às culturas agrícolas, ou seja, controlar as plantas daninhas sem comprometer o desenvolvimento e a produtividade da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência das plantas daninhas e pré-plantio de três cultivares de cana-de-açúcar plantadas pelo sistema de mudas pré-brotadas (MPB). O experimento foi desenvolvido na Usina São Martinho próximo ao município de Pradópolis (SP), sob condições naturais de clima, no período de setembro a novembro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial (3x8), sendo o fator A composto por três cultivares CTC14, CTC7 e RB966928; e o fator B por sete herbicidas S-metolachlor (2640 g ha⁻¹); clomazone (1000 g ha⁻¹); sulfentrazone (800 g ha⁻¹); diclosulam (200 g ha⁻¹); metribuzin (1920 g ha⁻¹); diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹); S-metolachlor + sulfentrazone (2640 + 800 g ha⁻¹) mais uma testemunha sem aplicação de herbicidas. Foram avaliados os sintomas visuais de fitointoxicação e a condutância estomática (gs) aos 14, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias após aplicação (DAA), a altura e o número de perfilhos das cultivares aos 14, 35, 49 e 63 DAA, a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca do sistema radicular (MSSR) aos 63 DAA. Nas condições em que o experimento foi conduzido, os herbicidas S-metolachlor, clomazone, metribuzin, diuron + hexazinone e S-metolachlor + sulfentrazone, foram seletivos as mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. O herbicida diclosulam foi o menos seletivo, seguido do sulfentrazone. A CTC14 apresentou-se visualmente menos tolerante aos herbicidas diclosulam e sulfentrazone.

Palavras-chave: Controle químico, fitointoxicação, *Saccharum spp*, pré-plantio, pré-emergência.

HERBICIDE SELECTIVITY IN PRE-SPROUTED SEEDLINGS OF SUGARCANE

ABSTRACT - The herbicides must provide selectivity to agricultural crops, moreover, they must control weeds without compromising crop's productivity. The aim was to evaluate the selectivity of herbicides applied on pre-emergence of weeds and pre-planting of three sugarcane cultivars planted by pre-sprouted seedlings (MPB) system. The experiment was carried out in the São Martinho Sugar Mill, in the municipality of Pradópolis (SP), under natural climatic conditions from September to November of 2013. The experimental design was a completely randomized with four replications. The treatments were arranged in a factorial (3x8), where the factor A consisted of three cultivars CTC14, CTC7 and RB966928; and the factor B consisted of seven herbicides: S-metolachlor (2640 g ha⁻¹); clomazone (1000 g ha⁻¹); sulfentrazone (800 g ha⁻¹); diclosulam (200 g ha⁻¹); metribuzin (1920 g ha⁻¹); diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹); S-metolachlor + sulfentrazone (2640 + 800 g ha⁻¹) and a control without herbicide application. Visual symptoms of intoxication and stomatal conductance (gs) were evaluated at 14, 28, 35, 42, 49, 56 and 63 days after application (DAA); plant height and number of tillers at 14, 35, 49 and 63 DAA; the dry weight of shoot (DWS) and the dry weight of root (DWR) at 63 DAA. In the conditions which the experiment was conducted, the herbicides S-metolachlor, clomazone, metribuzin, diuron + hexazinone and S-metolachlor + sulfentrazone were selective to pre-sprouted seedlings of sugarcane. The herbicide diclosulam was the least selective one, followed by sulfentrazone. The CTC14 cultivar presented the lowest tolerance to the herbicides diclosulam and sulfentrazone.

Keywords: Chemical control. phytointoxication, *Saccharum* spp, pre-planting, pre-emergence.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise física da terra utilizada no preenchimento dos vasos, Pradópolis/SP, 2013	29
Tabela 2. Análise química ¹ da terra utilizada no preenchimento dos vasos, Pradópolis/SP, 2013	29
Tabela 3. Características fenológicas e agrônômicas dos cultivares utilizados no estudo, Pradópolis/SP, 2014	32
Tabela 4. Ingredientes ativos, marcas comerciais, mecanismos de ação e doses dos herbicidas utilizados. Pradópolis/SP, 2013	34
Tabela 5. Valores médios da porcentagem de fitointoxicação em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013	38
Tabela 6. Valores médios da porcentagem de fitointoxicação em três cultivares de cana-de-açúcar após a aplicação de herbicidas em pré-plantio, em diferentes épocas de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade da interação entre herbicida e cultivar. Pradópolis/SP, 2013	40
Tabela 7. Valores médios de altura (cm) em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013	42
Tabela 8. Valores médios de número de perfilho em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013	44

- Tabela 9. Valores médios do número de perfilho em diferentes cultivares de cana-de-açúcar após a aplicação de herbicidas em pré-emergência em diferentes épocas de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade da interação entre herbicida e cultivar. Pradópolis/SP, 2013 46
- Tabela 10. Valores médios de condutância estomática em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013 47
- Tabela 11. Valores médios de massa seca (g) da parte aérea e sistema radicular aos 63 dias após a aplicação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013 50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Ausência da seletividade por posicionamento na aplicação em pré-plantio de mudas pré-brotadas (MPB) (Modificado de Azânia, 2013) 22
- Figura 2. Seletividade por posicionamento no plantio convencional por rebolos (Modificado de Azânia, 2013) 23
- Figura 3. Dados climáticos do período de realização do experimento. Fonte: Estação meteorológica da usina São Martinho, Pradópolis/SP, 2013 30
- Figura 4. (a) equipamento utilizado para o corte dos minirrebolos; (b) minirrebolos; (c) minirrebolos à serem tratados e (d) plantio nos tubetes. Pradópolis/SP, 2013 33
- Figura 5. (a) incorporação dos fertilizantes; (b) calibração antes das aplicações dos herbicidas; (c) aplicação dos herbicidas; (d) Muda Pré-Brotada; (e) plantio das mudas pré-brotadas e (f) alocação dos vasos e sistema de irrigação. Pradópolis/SP, 2013 35
- Figura 6. (a) testemunha; (b) S-metolachlor (1920 g ha^{-1}); (c) clomazone (c) clomazone (1000 g ha^{-1}); (d) sulfentrazone (800 g ha^{-1}); (e) diclosulam (200 g ha^{-1}); (f) metribuzin (1920 g ha^{-1}); (g) diuron+hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$); (h) S-metolachlor + sulfentrazone ($1920 + 800 \text{ g ha}^{-1}$) Pradópolis/SP, 2013 41
- Figura 7. Parte aérea (PA) e sistema radicular (SR): (a) PA testemunha; (b) PA diclosulam; (c) SR da esquerda para direita: metribuzin e as 4 repetições do diclosulam e (d) SR da esquerda para a direita: clomazone, diclosulam, testemunha, diuron + hexazinone e sulfentrazone. Pradópolis/SP, 2013 51

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS UTILIZADOS NO ESTUDO.....	71
Tabela 1A. Marca comercial, grupo químico, mecanismo de ação, pKa, Kow, Koc, meia vida e dinâmica no solo dos herbicidas utilizados no estudo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998)	71
APÊNDICE A - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO. CONTINUAÇÃO.....	72
Tabela 2A. Dinâmica na planta, translocação, solubilidade em água, formulação, concentração e classe toxicológica dos herbicidas utilizados no estudo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998)	72
APÊNDICE B - MOAGEM TOTAL BRASIL - SAFRAS 2012/2013 E 2013/2014.....	73
Tabela 3A. Moagem total por unidade da federação obtidas nas safras 2013/2013 e 2013/2014 em todos estados produtores de cana-açúcar do Brasil (UNICA, 2014)	73

1. INTRODUÇÃO

O plantio de cana-de-açúcar através de mudas pré-brotadas (MPB), ao invés do tradicional plantio por estruturas vegetativas (toletes ou rebolos), proporciona diversas vantagens, como a redução do volume de mudas utilizadas no plantio, canaviais de melhor qualidade e vigor, além de diminuir o risco de difusão de pragas e doenças, proporcionando canaviais mais homogêneos e saudáveis. Além disso, acelera a introdução de novas tecnologias varietais na área agrícola (LANDELL *et al.*, 2014).

Tanto no plantio de mudas pré-brotadas 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), um dos principais problemas enfrentados pela cultura da cana-de-açúcar é a interferência sofrida pela presença das plantas daninhas, que 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). Dentre os herbicidas utilizados em cana-de-açúcar, destacam-se os herbicidas residuais aplicados em pré-emergência das plantas daninhas.

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). Segundo Oliveira Junior (2014b), a seletividade de herbicidas sobre uma cultura agrícola é um processo dinâmico, relacionada com a interação de fatores ligados aos herbicidas e à tecnologia de aplicação (dose, formulação e localização espacial do herbicida em relação a planta); fatores ligados à planta (retenção e absorção diferencial, idade das plantas, cultivar, translocação diferencial e metabolismo diferencial); e ao uso de substâncias químicas denominadas de protetores ou "safeners" que protegem as plantas contra ação tóxica dos herbicidas. Para os herbicidas aplicados no solo, a localização espacial do herbicida em relação a planta é o principal fator responsável pela seletividade dos tratamentos sobre a cultura.

A aplicação de herbicidas no plantio com mudas pré-brotadas pode ser realizada em pré ou pós-emergência das plantas daninhas, e, em pré (com ou sem incorporação) ou pós plantio das mudas pré-brotadas. Na aplicação em pré-emergência das plantas daninhas e pré-plantio das mudas pré-brotadas, as raízes das mudas ficam localizadas na zona tratada com os herbicidas, diferentemente dos plantios convencionais em que as raízes se localizam abaixo da zona tratada. Este fato pode promover maiores taxas de absorção e translocação dos herbicidas pela cultura, podendo acarretar em danos significativos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência das plantas daninhas e pré-plantio de três cultivares de cana-de-açúcar plantadas pelo sistema de mudas pré-brotadas (MPB).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se entre as mais importantes do Brasil, produzindo matéria prima para a indústria sucroalcooleira e cogeração de energia elétrica. A partir da década de 70, a cultura da cana-de-açúcar foi se tornando importante para o Brasil à medida em que o setor da agroindústria brasileira foi solicitado a contribuir para a solução da emergente crise energética, face a sua potencialidade de produção de energia a partir de fonte renovável (KUVA, 1999). Atualmente, em virtude da demanda crescente de energia e dos altos preços dos combustíveis fósseis, o álcool combustível tem se destacado como a fonte de energia renovável em melhor condição de substituir parte do petróleo consumido no mundo (NEGRISOLI, 2010).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, moendo aproximadamente 588 milhões de toneladas na safra 2012-13 e 653 milhões de toneladas na safra 2013-14, sendo cerca de 91 % no Centro-Sul e 9% no Norte-Nordeste. É o maior exportador de açúcar do mundo, responsável por 25% da produção mundial, atingindo a marca de 34.293 milhões de toneladas de açúcar produzidas na safra 2013-14 e também o segundo maior produtor de etanol, sendo responsável por 20% da produção mundial e 20% das exportações mundiais, atingindo a marca de 25.569 milhões de litros de etanol produzidos na safra 2013-14. A estrutura produtiva do país consta com 430 unidades produtoras, 70 mil produtores de cana-de-açúcar, 1,2 milhões de empregos diretos e um PIB setorial de US\$ 48 bilhões (ÚNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2014).

Na safra 2013-14, a área plantada no Estado de São Paulo estava ao redor de 6 milhões de hectares e a produção de colmos foi de 367 milhões de toneladas, representando 56% da produção nacional. Do total processado, um valor próximo de 54,8% foi destinado para a produção de etanol (13,94 bilhões de litros) e 45,2% para a produção de açúcar, ou seja, 23,96 milhões de toneladas de açúcar (ÚNICA, 2014).

O Brasil é reconhecido e elogiado mundialmente pelo forte componente renovável de sua matriz energética. Hoje, mais de 47% de toda a energia utilizada no país vem de fontes renováveis. O setor sucroenergético tem papel-chave nesse

quadro, a cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol e bioeletricidade, é a segunda maior fonte de energia do país, respondendo por 18% de toda a energia consumida pelo Brasil (UNICA, 2014).

A cultura da cana-de-açúcar absorve grande quantidade de mão-de-obra e insumos no seu ciclo de produção. Dentre esses insumos, os herbicidas representam a maior fatia do mercado de defensivos agrícolas, tanto em nível mundial como no Brasil, correspondendo aproximadamente a 56% do volume comercializado no País (NEGRISOLI, 2010).

2.2. Sistema de multiplicação por Mudanças Pré-Brotadas (MPB)

Mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é um sistema de multiplicação que vem contribuindo para a produção rápida de mudas, associando elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio. É uma 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, reduz o número de falhas, reduz o volume de mudas utilizado no plantio, diminui o risco de difusão de pragas e doenças e acelera a introdução de tecnologias varietais na área agrícola (LANDELL *et al.*, 2014).

Na prática, com a intenção de reduzir o risco de um canavial com falhas, é comum encontrar nos plantios manuais com estruturas vegetativas de 15 a 21 gemas/metro. Em termos de volume de muda, se traduzia em 11 a 14 t/ha. Com o advento do plantio mecânico, as falhas tornaram-se mais freqüentes e, para que não redundasse em prejuízos significativos na produtividade, o volume de mudas utilizadas aumentou mais ainda, atingindo níveis superiores a 20 t/ha. Além disso, essa prática aumenta o risco de difusão de pragas e doenças por meio da muda, dificultando o controle (LANDELL *et al.*, 2014). No plantio de mudas pré-brotadas o volume necessário para se plantar um hectare é muito menor, em torno de uma a uma tonelada e meia por hectare.

O sistema de mudas pré-brotadas além desta redução do volume de mudas, permite um melhor controle na qualidade e vigor, redundando em canaviais de excelente padrão clonal e mais homogêneo. Também, a forma de distribuição

espacial das mudas na área de produção induz ao melhor aproveitamento dos recursos hídricos e nutricionais, o que reduz a competição intraespecífica estabelecida em canaviais com excesso de mudas, situação bastante comum em áreas comerciais de plantio mecanizado (LANDELL *et al.*, 2014).

No plantio convencional realizado por propagação vegetativa, a origem das plantas dá-se através da brotação das gemas. A gema é como se fosse um colmo em miniatura em estado latente. Havendo condições favoráveis, a gema se torna ativa e ocorre o crescimento e desenvolvimento devido à presença de reservas nutricionais, ativação de enzimas e reguladores de crescimento (DILLEWINJ, 1952). Ou seja, pode ser que a gema brote e desenvolva-se uma planta, e pode ser que a gema não brote caso não encontre condições favoráveis, acarretando em falhas no canavial. No plantio de mudas pré-brotadas esta sendo colocada no campo uma planta já desenvolvida, diminuindo o risco de falhas e aumentando homogeneidade do canavial.

De acordo com Landell *et al.*, (2014) as gemas que serão usadas para a formação das mudas pré-brotadas devem seguir os mesmos procedimentos fitossanitários que os viveiros tradicionais, ou seja, serem provenientes de viveiros isentos de doenças, sem mistura varietal, com colmos de idade de seis a dez meses oriundos de tratamento térmico, acompanhado de procedimentos de roguing e amostras para diagnóstico de doenças. Após a colheita, é feito a individualização das gemas em minirrebolos, sendo que nesta etapa são descartados os minirrebolos que apresentarem danos nas gemas. Os mirrebolos selecionados são acondicionados em bandejas com substratos, sendo esta etapa visa eliminar os minirrebolos que não brotaram. Após a brotação, os minirrebolos passam por um tratamento térmico visando a prevenção de doenças fúngicas, sendo posteriormente plantados em tubetes de plástico. Uma vez nos tubetes, as mudas passam por etapas de aclimação e rustificação. Após um período que pode variar de acordo com o manejo adotado de 50 a 90 dias as mudas pré-brotadas já estão aptas a irem para o campo.

Uma outra vantagem significativa do plantio de mudas pré-brotadas é a redução dos riscos de disseminação de pragas, fator que deve ser cuidadosamente considerado na cultura da cana-de-açúcar, visto que a cultura permanece em campo por cinco ou mais anos depois do plantio. No sistema MPB, o efeito destas pragas é minimizado com a seleção das gemas que originarão as mudas no viveiro

(LANDELL *et al.*, 2014). Precetti e Arigoni (1990) relataram que *Sphenophorus levis* pode causar a morte de 50% a 60% dos perfilhos ainda na fase de cana-planta, com cinco a sete meses de crescimento, na região de Piracicaba (SP), podendo ocasionar perdas de até 30 toneladas ha⁻¹ ano (ALMEIDA, 2005).

Por ter sido desenvolvido recentemente, não existem ainda muitos trabalhos na literatura sobre o sistema de multiplicação por mudas pré-brotadas, tampouco sobre seletividade de herbicidas em mudas pré-brotadas. Mendonça (2014) avaliou o desempenho inicial de dez cultivares de cana-de-açúcar na fase inicial de multiplicação de MPB, e observou que as cultivares RB855453 e a IACSP955000 foram as que mais se destacaram na brotação. Ortolam (2014) desenvolveu um estudo sobre parcelamento de doses de um adubo foliar visando um bom desenvolvimento das MPBs sem o desperdício do produto, e constatou que o parcelamento do adubo utilizado, na dose testada, não resultou em um maior desenvolvimento da muda pré-brotada de cana-de-açúcar na fase de tubete.

Atualmente o plantio com MPB além das vantagens expostas, esta sendo utilizado em replantios de áreas de cana soca (objetivando-se prolongar o número de cortes do canavial), replantio em falhas de plantios convencionais, formação de viveiros primários e secundários e em áreas de MEIOSI - Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente.

2.3. Plantas daninhas na cana-de-açúcar

Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado e compete com as culturas, interferindo em seu desenvolvimento e produção final (LORENZI, 2000a). Segundo Pitelli (1985), as plantas daninhas competem de maneira desigual com as culturas por luz, água, espaço e nutrientes, podendo também liberar substâncias alelopáticas e atuar como hospedeiro de pragas e doenças.

De acordo com Victoria Filho e Christoffoleti (2004), um dos principais problemas enfrentados pela cultura da cana-de-açúcar é a interferência sofrida pela presença das plantas daninhas, que podem provocar 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).

Em condições brasileiras, algumas espécies podem ser consideradas mais importantes, tanto no decorrer do plantio quanto na colheita, afetando a produtividade da cultura : *Brachiaria decumbens* Stapf, *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc., *Brachiaria mutica* (Forssk), *Digitaria horizontalis* Willd., *Digitaria nuda* (Schumach.), *Digitaria ciliaris* (Retz.), *Cenchrus echinatus* (L.), *Eleusine indica* (L.), *Panicum maximum* Jacq., *Cynodon dactylon* (L.), *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell, *Ipomoea nil* (L.), *Ipomoea quamoclit* (L.), *Ipomea purpúrea* (L.), *Merremia cissoides* (Lam.), *Amaranthus deflexus* (L.), *Amaranthus hybridus* (L.), *Amaranthus retroflexus* (L.), *Amaranthus spinosus* (L.), *Bidens pilosa* (L.), *Euphorbia heterophylla* (L.), *Commelina benghalensis* (L.), *Richardia brasiliensis* Gomes, *Sida glaziovii* K. Schum., *Sida rhombifolia* (L.), *Sida spinosa* (L.), *Cyperus rotundus* (L.), *Acanthospermum hispidum* DC. e *Altenanthera tenella* Colla, de acordo com estudos realizados por Arévaldo *et al.* (1998), Velini *et al.* (1998), Martins *et al.* (1999), Velini *et al.* (2000), Kuva *et al.* (2001), Azania *et al.* (2002), Dias *et al.* (2003), Kuva *et al.* (2003), Correia & Durigan (2004), Christoffoleti *et al.* (2005). Pedrinho Junior & Durigan (2001), relataram que o capim colômbio (*P. maximum*) e capim-braquiária (*B. decumbens*) merecem destaque, haja visto que muitos canaviais encontram-se atualmente em áreas de antigas pastagens degradadas, formadas principalmente por estas espécies. Segundo Procópio *et al.* (2003) após a intensificação da colheita mecanizada, novas espécies entraram para esta lista, sendo elas o capim-falso-massambará (*Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf, falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* (Linn.)), serralha (*Sonchus oleraceus* L.), mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), leiteiro (*E. heterophylla*), nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis* (Moq.)).

Outras plantas daninhas tem se destacado nas áreas de cana-de-açúcar e freqüentemente tem causado incômodo para técnicos de usinas e fornecedores, a exemplo de mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy), mamona (*Ricinus comunis* L.), bucha (*Luffa aegyptiaca* Miller), soja perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.)) e melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.). Essas espécies têm mostrado grande adaptação para o sistema de produção atual e a percepção é que suas populações têm aumentando rapidamente nos canaviais do sistema

mecanizado, com ou sem queima prévia da palha, pois suas sementes são eficientemente dispersadas pelas colhedoras (SQUASSONI, 2012).

A intensidade de interferência entre uma cultura agrícola e comunidade infestante depende de (i) fatores ligados à própria cultura, como a cultivar, espaçamento e densidade de plantio, (ii) fatores ligados a comunidade infestante, como composição específica, densidade e distribuição dos indivíduos na lavoura e (iii) da época e extensão do período em que a cultura e a comunidade infestante estiveram em convivência. Além disso, a interação lavoura e comunidade infestante pode ser influenciada por condições edafo-climáticas locais e pelas práticas culturais empregadas no preparo e manejo do solo e da cultura em si (PITELLI, 1985). De maneira geral, pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência múltipla (comunidade infestante e cultura) maior será o grau de interferência (HERNANDEZ *et al.*, 2001).

Na cultura da cana-de-açúcar, as plantas daninhas interferem tanto nas modalidades cana-planta quanto soqueira. Pelo fato do plantio da cana-de-açúcar ocorrer em períodos bem 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. BLACO *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.

O sistema de plantio de mudas pré-brotadas possivelmente possibilitará para a cultura um fechamento mais rápido do dossel, pois as mudas já chegam no campo com raízes desenvolvidas promovendo maior perfilhamento, crescimento e com isso diminuindo o período de interferência das plantas daninhas. Logo, novos estudos nesta linha de pesquisa, assim como os estudos de seletividade, devem ser realizados em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

A interferência negativa resultante da presença das plantas daninhas nas áreas agrícolas produtoras de cana-de-açúcar pode causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido, diminuir o número de cortes viáveis além e aumentar os custos em cerca de 30% para cana-soca e de 15% a 20% para cana planta (LORENZI, 1988; LORENZI, 1995), como já foi comentado anteriormente. Adicionalmente, quando se desenvolvem no final do ciclo da cultura prejudicam o rendimento da colheita, destacando-se as plantas daninhas do gênero *Ipomoea* e *Merremia* nas áreas de colheita de cana-crua (AZANIA *et al.*, 2002).

Diversos trabalhos de pesquisa indicam 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).

No entanto, não se pode extrapolar esses resultados para todas as condições, pois esses períodos são influenciados por diversos fatores, como época de plantio e de brotação da cana soca (condições climáticas), cultivares, qualidade da muda, espécie de plantas daninhas, adubação, profundidade de plantio, espaçamento, ou seja, fatores que aceleram ou retardam o desenvolvimento da cana-de-açúcar (PROCÓPIO, 2003).

Geralmente, cultivares de rápido crescimento inicial e alta capacidade de sombreamento de solo são menos afetadas pela interferência das plantas daninhas (BARELA, 2005).

2.4. Uso de herbicidas na cana-de-açúcar

O consumo de herbicidas no Brasil em 2012, foi de 469.719 mil toneladas de produtos formulados, assim distribuídos: 326.433 toneladas de herbicidas não seletivos e 143.286 toneladas de herbicidas seletivos, os quais se destinaram, principalmente, para a soja, seguido da cana-de-açúcar, milho safra, milho safrinha e algodão (IEA - Instituto de Economia Agrícola, 2014).

O controle químico é o método mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar, tanto na condição de pré como de pós-emergência, devido ao grande número de produtos herbicidas registrados no Brasil (HERNANDEZ; ALVES; MARTINS, 2001), mais precisamente 40 moléculas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011), às extensas áreas cultivadas e alta eficácia dos herbicidas (PEDRINHO; DURIGAN, 2001). Além disso, Procópio *et al.* (2003) citam que o controle químico é um método bastante econômico e de alto rendimento, em comparação com outros métodos, sendo uma prática muito difundida em todo o país. No entanto, Squassoni (2012) alerta que é importante ressaltar que um programa integrado de controle das plantas daninhas contemplando medidas químicas, culturais, preventivas, biológicas e mecânicas, ainda é a melhor opção.

Para o sucesso do controle químico, Victória Filho e Christoffoleti (2004), dizem que é necessário o conhecimento profundo da fisiologia dos herbicidas na planta, dos fatores envolvidos na seletividade e do comportamento dos herbicidas no solo (no caso do uso de herbicidas em condições de pré-emergência).

A aplicação de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar pode ser realizada com aplicador costal, aplicação tratorizada e aplicação aérea. Com relação à época de emergência das plantas daninhas e da cultura existem quatro formas de aplicação: pré-plantio (PP), aplicação em pré-plantio incorporado (PPI), aplicação em pré-emergência (PRÉ) e aplicação em pós-emergência (PÓS) (DEUBER, 1997). Os herbicidas de PRÉ são também denominados de herbicidas residuais pois penetrem no solo por algum tempo controlando as plantas, que por ventura entrarem em germinação (LORENZI, 2000b). A eficiência destas está relacionada com as condições climáticas quanto à disponibilidade hídrica no solo (CRISTOFFOLETI *et al.*, 2013). Azania, Rolim e Azania (2010) citam que em condições hídricas adequadas no solo e temperatura do ar entre 25°C e 35°C, o metabolismo das plantas é otimizado pelo incremento fotossintético e absorção de nutrientes, promovendo maior absorção de herbicida pelas plantas daninhas; na cana-de-

açúcar estas condições promovem uma maior inativação das moléculas devido à degradação do herbicida absorvido.

A aplicação em PP é geralmente usada nas reformas dos canaviais. A aplicação em condições de PPI atualmente é pouco utilizada na agricultura, e consiste em duas operações tratorizadas, uma para a pulverização do herbicida seguida de outra para a incorporação por meio de uma gradagem leve (OBARA, 2014). Esta incorporação é feita para evitar a volatilização de herbicidas com alta pressão de vapor ou a fotodecomposição de produtos fotodecomponíveis, além de incorporar os herbicidas de baixa solubilidade em água no solo (BLANCO *et al.*, 1982).

Atualmente no sistema de plantio de cana-de-açúcar convencional por propágulos vegetativos (rebolos), os herbicidas aplicados em condições de PRÉ são aqueles aplicados após o plantio ou após a colheita da cultura de cana-de-açúcar, antes da emergência das plantas daninhas e/ou da cultura. No sistema de plantio com mudas pré-brotadas, uma alternativa que vem sendo empregada por produtores e unidades produtoras é a aplicação em pré-emergência das plantas daninhas e pré-plantio das mudas pré-brotadas.

Segundo Obara (2014), o ideal é que no momento da aplicação em PRÉ, o solo apresentar-se com umidade adequada (o teor de água no solo seja próximo da capacidade de água disponível para as plantas (CAD), e a superfície do solo esteja livre de torrões para que ocorra distribuição adequada do herbicida nos primeiros centímetros superficiais do perfil do solo, onde se encontram as sementes das plantas daninhas que darão origem a flora emergente da área (banco e sementes). Em áreas de plantio, os herbicidas aplicados devem ter efeito residual adequado ao controle das plantas daninhas ao longo de todo PTPI, uma vez que no Estado de São Paulo a cana-de-açúcar é normalmente plantada no período em que há umidade no solo e o fluxo de emergência do banco de sementes é intenso (AZANIA; ROLIM; AZANIA, 2010).

A aplicação em pós-emergência é usada na cultura da cana-de-açúcar quando a aplicação em pré-emergência não foi feita ou quando não foi suficiente para controle satisfatório das plantas daninhas. A aplicação em pós-emergência, devido às injúrias leves a moderadas nas folhas que podem refletir em queda de produção, deve ser realizada na fase mais tolerante da cultura que é a de esporão,

quando há maior dificuldade de absorção foliar (VICTÓRIA FILHO; CHRISTOFFOLETI, 2004).

O controle químico de plantas daninhas é um processo dinâmico ligado a diversos fatores que devem ser levados em conta no momento da tomada de decisões, como a cultura, estágio fenológico da cultura, tipo de plantas daninhas, intensidade de infestação das plantas daninhas, estágio fenológico das plantas daninhas, condições edafoclimáticas. Segundo Christoffoleti (1997), considerando a época de plantio da cana (cana planta de ano e cana planta de ano e meio), ou corte, pode-se determinar as características do clima, da umidade do solo e da infestação de plantas daninhas, conseguindo assim, programar o uso de herbicidas em condições de pré-plantio, pré-emergência e pós-emergência.

Ferreira (2009) cita a classificação das soqueiras em função das condições de umidade do solo no Estado de São Paulo como: "soca semi-seca", colheita no início da safra (abril-junho) com chuvas esparsas e temperatura em declínio; "soca-seca", nos meses de junho a agosto em condições de déficit hídrico; "soca semi-úmida", em setembro a novembro com início das precipitações; e "soca-úmida", com estabilização das chuvas no período de dezembro a março. Carvalho *et al.*, (2004) comentam que os herbicidas de alta solubilidade em água (S), baixo coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) e baixo coeficiente e distribuição do herbicida no solo (K_d), podem ser recomendados para aplicação em cana-de-açúcar em épocas secas. Dentre os herbicidas que apresentam estas características pode-se citar: o amircarbazono, imazapic, imazapir, isoxaflutole, tebuthiuron e sulfentrazone.

É essencial o conhecimento das características químicas dos herbicidas na hora das tomadas de decisões. O conhecimento dos mecanismos de ação dos herbicidas é um fator muito importante na escolha dos herbicidas. Considera-se que mecanismo de ação diz respeito à principal reação metabólica ou processo fisiológico das plantas onde o produto atua, é normalmente o primeiro de uma série de eventos metabólicos que resultam na expressão final do herbicida sobre a planta, sendo úteis esses conhecimentos para o manejo na prevenção da ocorrência de resistência de plantas daninhas aos herbicidas na área produtiva (CHRISTOFFOLETI, 2014).

Segue, de acordo com Rodrigues & Almeida (2005; 2011) as principais características químicas e de manejo dos herbicidas utilizados neste trabalho:

2.4.1. S-metolachlor

O ingrediente ativo S-metolachlor pertence ao grupo químico das cloroacetilínicas e possui nome químico de mistura de 80-100% (aRS,1S)-2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acetotoluidide e 20-0% (aRS,1R)-2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acetotoluidide (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011). No comércio é conhecido pela marca comercial Dual Gold, sendo disponível na formulação de concentrado emulsionável (960 g L⁻¹). Esse herbicida é comercializado pela Syngenta e apresenta 96% de S-metolachlor.

Dual Gold é um produto seletivo, indicado para o controle em pré-emergência de plantas daninhas nas culturas de soja, milho, cana-de-açúcar, feijão e algodão. Caracteriza-se pela ação gramínida acentuada, notadamente sobre as espécies anuais, com forte ação sobre a trapoeraba e algumas espécies de folhas largas. Possui classe toxicológica I, considerado extremamente tóxico. Sua absorção na planta se dá pelo coleótilo das gramíneas e hipocótilo das folhas largas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

O efeito tóxico desse grupo de herbicida pode ser observado após a germinação das plântulas, caracterizando-se pela não abertura do coleótilo e pelo enrugamento das folhas definitivas, causado pelo menor crescimento da nervura central em relação ao crescimento do limbo foliar (KARAM *et al.*, 2003).

É recomendado em cana-de-açúcar tanto na cana-planta, como também na soqueira úmida. Para cana-de-açúcar é recomendado na dose de 1,44 a 1,92 Kg i.a. ha⁻¹, aplicado logo depois do plantio ou colheita em pré-emergência das plantas daninhas, adicionando-se adjuvante à calda. As doses comerciais recomendadas variam entre 1,5 a 2,0 L p.c. ha⁻¹ (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

O mecanismo de ação do S-metolachlor é a inibição da divisão celular. Ele inibe a biosíntese de diversos componentes da planta, tais como lipídios, proteínas, isoprenóides e flavonóides (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

2.4.2. 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, 2011). No comércio é conhecido pelas marcas

comerciais Clomanex 500 EC, Clomazone 500 EC FMC, Gamit, Gamit 360 CS, Gamit Star, e Magister. O produto comercial utilizado neste trabalho foi o Gamit Star. Esse herbicida é comercializado pela FMC Química do Brasil na formulação de concentrado emulsionável e apresenta 80% 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, 2011).

Este herbicida controla diversas plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, com ênfase nas monocotiledôneas como *B. plantaginea*, inclusive algumas consideradas de difícil controle como o *P. maximum*.

Para cana-de-açúcar é recomendado na dose de 1,0 a 1,2 Kg i.a. ha⁻¹. As doses comerciais recomendadas variam entre 1,25 a 1,5 L p.c. ha⁻¹, variando de acordo com a textura do solo, espécie e intensidade de infestação das plantas daninhas. É absorvido pelas raízes, coleóptilo das gramíneas e hipocótilo das dicotiledôneas. Possui uma translocação ascendente pelo xilema para as folhas. (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

O ingrediente ativo clomazone inibe a síntese de carotenóides, ocasionando a degradação da clorofila pela luz. Sem a presença dos carotenóides, que protegem a clorofila, o excesso de energia química leva à planta a morte (MORELAND, 1980). Como sintoma característico de fitointoxicação, as plantas apresentam a produção de tecidos novos totalmente brancos (albinos), algumas vezes rosados ou violáceos. Esses tecidos são normais, exceto pela falta de pigmentos verdes (clorofila) e amarelos (RIZZARDI *et al.*, 2003). Os herbicidas que fazem parte desse mecanismo de ação podem apresentar um longo período residual no solo, afetando as culturas seguintes.

2.4.3. 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, 2011). No comércio é conhecido pelas marcas comerciais 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 herbicida é comercializado pela FMC Química do Brasil, apresenta 50% de sulfentrazone.

O produto está registrado no Brasil para o controle das plantas daninhas em pré-emergência nas culturas de cana-de-açúcar, soja, citros e café. O produto é seletivo, sistêmico e possui classe toxicológica IV, considerado pouco tóxico (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

O sulfentrazone é recomendado para cana-planta, como também na soqueira semi-úmida e seca, em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura. As principais plantas daninhas controladas pelo sulfentrazone na cultura da cana-de-açúcar são: Tiririca (*C. rotundus*), Capim-braquiária (*B. decumbens*), Capim-carrapicho (*C. echinatus*), Capim-colchão (*D. horizontalis*), Capim-colonião (sementes) (*P. maximum*), Capim-marmelada (*B. plantaginea*), Capim-pé-de-galinha (*E. indica*), Beldroega (*Portulaca oleracea* L.), Caruru (*Amaranthus viridis* L.), Erva-quente (*Spermacoce latifolia* Aubl.), Guanxuma-branca (*S. glaziovii*), Poaia-branca (*R. brasiliensis*), Trapoeraba (*C. benghalensis*) (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Para cana-de-açúcar é recomendado na dose de 0,6 a 0,8 Kg i.a. ha⁻¹. As doses comerciais variam entre 1,2 a 1,6 L ha⁻¹, variando de acordo com a textura do solo, espécie e intensidade de infestação da planta daninha.

Quanto ao comportamento na planta, a absorção é principalmente radicular, seu mecanismo de ação e sintomatologia é a inibição da PROTOX (PPO) - protoporfirinogênio oxidase - enzima que converte protoporfirinogênio IX em protoporfirina IX. Em seguida, o protoporfirinogênio IX se acumula e difunde-se para fora do complexo multienzimático localizado no plastídeo. Com a oxidação do protoporfirinogênio IX, forma-se a protoporfirina IX no citosol; esta interage com oxigênio e luz formando oxigênio "singlet". Esse radical livre, altamente reativo, provoca a peroxidação dos lipídeos das membranas, levando a célula à morte. As plantas suscetíveis emergem do solo tratado com sulfentrazone, tornando-se necróticas, morrendo em seguida quando expostas à luz (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

A atividade desses herbicidas 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; posteriormente os sintomas iniciais 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).

Na sua aplicação em cana-soca recém germinada podem ocorrer “queimas” onde houver contato do produto com as folhas ou brotações, porém normalmente com recuperação rápida sem afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura (SCHIAVETTO, 2010).

2.4.4. 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, 2011). No comércio é conhecido pelas marcas comerciais 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 DOW AgroScience e apresenta 84% de diclosulam.

O diclosulam é um produto sistêmico e possui classe toxicológica II, considerado altamente tóxico. Deve ser aplicado na cultura da cana-de-açúcar em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura. É recomendado em cana-de-açúcar tanto na cana-planta, como também na soqueira úmida. É recomendado para o controle de tiririca e de algumas plantas daninhas de folhas largas e estreitas. Alguns exemplos de plantas daninhas controladas são a *B. plantaginea*, *D. horizontalis*, *I. grandifolia*, *C. rotundos*, *A. hispidum*, *B. pilosa*, *Tridax procumbens* (L.), *P. olerace* e *E. sonchifolia* entre outras (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Para cana-de-açúcar é recomendado na dose de 0,15 a 0,20 Kg i.a. ha⁻¹, aplicado logo depois do plantio em pré-emergência das plantas daninhas, adicionando-se adjuvante à calda. As doses comerciais recomendadas variam entre 178,6 a 238 g p.c. ha⁻¹, variando de acordo com a textura do solo, tipo e intensidade de infestação das plantas daninhas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011). Segundo 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 utilizá-lo 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, 2011).

2.4.5. 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, 2011). No comércio é conhecido pelas marcas comerciais 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.

No Brasil, o metribuzin é registrado para o controle de plantas daninhas, especialmente dicotiledôneas, na cultura da cana-de-açúcar e também café, aspargo, mandioca, soja, batata, tomate e trigo. Algumas plantas daninhas controladas pelo metribuzin na cultura da cana-de-açúcar são: *B. pilosa*, *A. hybridus*, *P. holeracea*, *S. oleraceus*, *R. raphanistrum*, *S. rhombifolia*, *Polygonum convolvulus* L., *A. conyzoides*, *Phyllanthus tenellus* Roxb., *Spergula arvensis* L., *Nicandra physaloides* L., *B. decumbens*, *P. maximum*, *C. echinatos*, *E. indica*, *B. plantaginea*, *D. horizontalis*, *A. retroflexus*, entre outras (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Para cana-de-açúcar é recomendado 1,44 a $1,92 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$, aplicado logo depois do plantio ou soca úmida em pré-emergência das plantas daninhas. As doses comerciais recomendadas variam entre 3 e 4 L ha^{-1} , podendo ser aplicado desde o

início das chuvas (final de agosto) até o final das chuvas (início de abril) para cana-soca ou planta de 12 ou 18 meses.

Segundo Azânia (2004) o uso de doses mais elevadas de metribuzin em cana-de-açúcar resulta em um comportamento bem diferenciado 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.

Nas plantas a absorção do metribuzin ocorre principalmente pelas raízes, de onde é translocado pelo 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). O metribuzin é considerado um herbicida sistêmico porque se movimenta no sentido ascendente (acropetal) na planta (BAYER, 2014), sendo recomendado um intervalo de segurança (carência), para cana-de-açúcar, de 120 dias.

2.4.6. diuron + hexazinone

Os ingredientes ativos de diuron + hexazinone são comercializados como mistura pronta, conhecida pelos herbicidas Velpar K WG (468 g kg⁻¹ de diuron + 132 g kg⁻¹ de hexazinone), Advance (533 g kg⁻¹ de diuron + 67 g kg⁻¹ de hexazinone), Hezaron WG (468 g kg⁻¹ de diuron + 132 g kg⁻¹ de hexazinone) e Jump (533 g kg⁻¹ de diuron + 67 g kg⁻¹ de hexazinone), na formulação de grânulos dispersíveis em água (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Neste trabalho foi utilizado o herbicida Hexaron WG. Esse herbicida é comercializado pela Milenia e apresenta 46,8% de diuron e 13,2% de hexazinone.

Essa mistura de diuron + hexazinone, especialmente na marca comercial Velpar K WG é de uso bastante antigo na cultura, sendo utilizada desde meados dos anos 80 (AZANIA, 2004). O Hexaron WG é um produto de ação sistêmica, seletivo e possui classe toxicológica I, considerado extremamente tóxico (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

A mistura pronta de diuron + hexazinone é indicado especificamente para uso na cultura da cana-de-açúcar, no controle de plantas daninhas de folhas largas anuais e gramíneas em pré ou pós-emergência. As plantas daninhas controladas pela mistura pronta de diuron + hexazinone (468 g kg⁻¹ de diuron + 132 g kg⁻¹ de

hexazinone) na cultura da cana-de-açúcar são: *A. conyzoides*, *A. tenella*, *A. hybridus*, *B. pilosa*, *B. decumbens*, *B. plantaginea*, *C. echinatus*, *C. benghalensis*, *D. horizontalis*, *E. indica*, *E. sonchifolia*, *I. nil*, *I. purpurea*, *P. maximum*, *P. oleracea*, *S. rhombifolia*, entre outras (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O Hexaron WG pode ser aplicado antes e após a emergência da cultura e das plantas daninhas. Quando aplicado em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas, as doses deverão ser selecionadas de acordo com o tipo de solo, teor de matéria orgânica e tipo de cultivo, sistema cana planta ou cana soca, sendo que suas doses variam de 0,84 a 1,4 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e 0,24 a 0,4 kg i.a. ha⁻¹ de hexazinone (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). As doses comerciais recomendadas variam entre 1,8 e 3,0 kg ha⁻¹, podendo ser aplicado nas épocas semi-seca (abril-maio) ou semi-úmida (set-outubro), para cana-planta de 12 ou 18 meses. Para cana soca, pode ser aplicado na época semi-seca (abril-maio).

Não é recomendado sua aplicação em solos arenosos devido a possibilidade de ocorrências de chuvas com alta intensidade, o que poderá promover acúmulo nos sulcos e fitotoxicidade à cana-de-açúcar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O herbicida é prontamente absorvido pelas raízes e pelas folhas das plantas daninhas, mostrando ação de contato e residual. O grau de controle e a duração do efeito variam de acordo com a dose aplicada, chuvas, temperatura e textura do solo (SCHIAVETTO, 2010).

Procópio *et al.*, (2003), descrevem que os sintomas de fitointoxicação na cana-de-açúcar aparecem inicialmente nas folhas mais velhas, com cloroses internervais e nas bordas das folhas, progredindo posteriormente para necrose. Christoffoletti *et al.*, (2009) relataram que os produtos que pertencem a esse mecanismo de ação devem ser usados associados a técnicas de prevenção da resistência, devido ao grande número de plantas daninhas resistentes a esse grupo de herbicidas.

Informações sobre as características físico-químicas, absorção, translocação e doses recomendadas de cada herbicida utilizado neste estudo podem ser encontradas nos apêndices A e B.

2.5. Seletividade dos herbicidas

A seletividade de um herbicida é a capacidade agrônômica de matar ou inibir o crescimento de algumas plantas sem injuriar outras (ANDERSON,1993). A seletividade também pode ser definida como o uso de um herbicida ou uma mistura deles, para um controle satisfatório de determinadas plantas daninhas sem danificar a cultura (OLIVEIRA, 2001b). Velini *et al.* (2000) define como seletividade a capacidade de um herbicida em eliminar plantas daninhas de uma cultura sem reduzir-lhe a produtividade.

Dentre as características ideais de um herbicida, Oliveira Junior & Constantin (2001a), destacam que a seletividade é a 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).

A literatura cita um número elevado de estudos de eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. De maneira geral, na condução deste tipo de estudo, os pesquisadores avaliam também a seletividade do produto testado. Especificamente sobre seletividade, existe um número menor de trabalhos publicados. Deve-se destacar, ainda, que na maioria dos trabalhos conduzidos, tanto sobre a eficiência de controle de plantas daninhas, como especificadamente sobre seletividade, é comum a utilização de pelo menos um herbicida de uso tradicional na cana-de-açúcar como tratamento padrão (TERRA, 2003).

Fitotoxicidade é a capacidade de um composto promover injúrias temporárias ou permanentes às plantas. Os experimentos de seletividade são justificados pelo risco apresentado pelos herbicidas de causarem danos às culturas, sendo usuais as avaliações dos sintomas na emergência e no desenvolvimento da cultura em valores de produção (EPPO, 2007). Segundo Negrisoni (2002), a seletividade de herbicidas não deve ser determinada unicamente pela avaliação dos sintomas visuais, justificado pelo fato de que algumas moléculas podem reduzir a produtividade sem que a cultura pronuncie efeitos possíveis de serem detectados visualmente, porém por outro lado, alguns herbicidas promovem injúrias acentuadas sem afetar na produtividade.

Segundo Velini *et al.*, (1993), estudos realizados com herbicidas de ação localizada indicam que a cultura da cana-de-açúcar pode tolerar até 27% de comprometimento da sua área foliar sem que isso implique em reduções de produtividade. De modo complementar Velini *et al.* (2000) relatam que estão disponíveis na literatura vários trabalhos reportando o comportamento diferencial nas mais variadas culturas, frente aos mais diversos herbicidas.

O solo é o destino final dos produtos químicos usados na agricultura, sejam eles aplicados na parte aérea das plantas ou diretamente no solo. Ao entrarem em contato com o solo, os herbicidas estão sujeitos a processos físico-químicos que regulam seu destino no ambiente (SPADOTTO, 2014). Exemplos desses processos são a retenção, lixiviação, volatilização, fotodegradação, decomposição química e biológica, escoamento superficial e absorção pelas plantas (ROOWELL, 1994).

De acordo com Meroto JR & Fisher (2004), uma vez na solução do solo, a movimentação dos herbicidas até a superfície das raízes acontece principalmente através do fluxo de massa. Os processos de difusão e interceptação radicular comumente são responsáveis por transportar pequenas quantidades de herbicidas até as raízes. Uma vez disponibilizado, próximos à superfície das raízes, os herbicidas são absorvidos especialmente por pêlos radiculares e pela região próxima à ponta das raízes.

Existem diferentes vias de entrada de moléculas de herbicida. Dentre elas as mais comuns são: a) via simplásto onde passam de célula em célula através dos plasmodesmas e atingem o floema; b) via parede celular (translocam-se via apoplásto) e difundem-se através das estrias de Caspary (que quebram a continuidade da rota apoplástica e força a água e os solutos a cruzarem a endoderme pela membrana plasmática) e atingem o xilema (KLINGMAN; ASHTON, 1975).

Alguns herbicidas são absorvidos mais prontamente pelas raízes que pelos caules jovens e vice-versa. Este conhecimento permite escolher o herbicida de aplicação no solo, para aumentar ou reduzir a absorção. Além disso, os herbicidas podem ser incorporados ou aplicados sobre o solo (ZIMDAHL, 1999).

De acordo com Oliveira Junior (2014b), pode-se dizer que a seletividade de um herbicida é um fenômeno relativo, pois depende de uma série de fatores ligados ao produto (dose, formulação, aplicação e características físico-químicas), aos fatores de origem morfológica ligados às plantas (formato e orientação das folhas, natureza

e espessura da cutícula foliar, localização das regiões meristemáticas, existência de órgãos de propagação vegetativa, entre outros) ou de natureza fisiológica (estado nutricional, taxa de crescimento da planta, velocidade de absorção e de translocação dos nutrientes) ou ainda de natureza metabólica (processos bioquímicos que ocorrem na planta, tais como hidrólises, hidroxilações, desalquilações, conjugações peptídicas e outros) e, finalmente, de fatores ligados as condições ambientais, (temperatura do ar no momento e após a aplicação dos produtos, precipitações pluviométricas ocorridas antes e após a aplicação e a textura do solo).

No caso dos herbicidas aplicados em pré-emergência, a seletividade geralmente ocorre devido ao posicionamento dos herbicidas no espaço. Após serem aplicados na superfície do solo ocorre pequena lixiviação do herbicida. Dessa forma as plantas daninhas que possuem suas raízes na região superficial entram em contato com o herbicida e as raízes das plantas cultivadas permanecem abaixo da zona tratada (OLIVEIRA, 2001b).

Mas, mesmo assim, devido a elevada umidade no solo e lixiviação dos herbicidas, ocorrem casos em que as plantas cultivadas podem entrar em contato na região tratada e absorver os herbicidas (BARELA, 2005).

Este conceito de seletividade por posicionamento ou também denominada de seletividade toponômica dos herbicidas não ocorre quando é feito a aplicação em pré-plantio das mudas pré-brotadas e pré-emergência das plantas daninhas, pois as MPB ficarão localizadas na zona tratada, ocasionando o contato das raízes com as moléculas dos herbicidas (Figura 1).

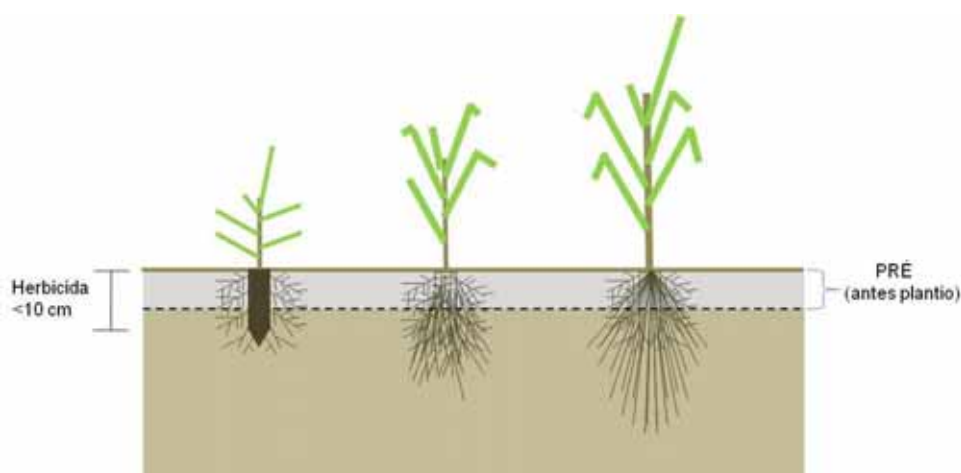


Figura 1. Ausência da seletividade por posicionamento na aplicação em pré-plantio de mudas pré-brotadas (MPB) (Modificado de Azânia, 2013).

Nos plantio convencionais com rebolos, os rebolos são plantados de 25 a 30 cm de profundidade, logo, suas raízes ficam abaixo da zona tratada, evitando que ocorra o contato das raízes com os herbicidas, a não ser que eles sejam lixiviados para camadas mais profundas como já foi citado anteriormente (Figura 2).

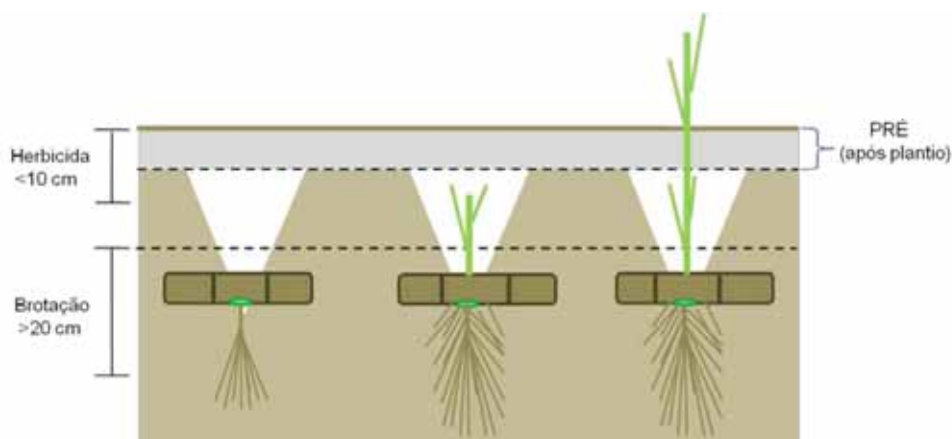


Figura 2. Seletividade por posicionamento no plantio convencional por rebolos (Modificado de Azânia, 2013).

Quando a cultura absorve os herbicidas, o principal meio de seletividade é o metabolismo diferencial do herbicida entre cultura e planta daninha (BARELA, 2005). O tipo de metabolismo varia significativamente entre as diferentes combinações de cultura-herbicida, assim, é impossível fazer uma correlação simples de como cada classe de herbicida é metabolizado (CARVALHO, 2004).

Dentre as vias de metabolização dos herbicidas, duas delas são mais importantes e ocorrem na maioria dos casos, a oxidação e conjugação (CARVALHO, 2004). Cataneo & Carvalho (2008) complementam dizendo que as culturas podem apresentar seletividade devido à rapidez com que metabolizam os herbicidas através de reações oxidativas ou hidrolíticas, seguidas por conjugação com açúcares ou peptídeos e sequestro vacuolar dos produtos polares, ao passo que em plantas daninhas estas reações de desintoxicação se processam de forma mais lenta. Uma planta capaz de tolerar um herbicida é capaz de alterar ou degradar a estrutura química do mesmo através de reações que resultam em substâncias não tóxicas.

Na maioria das vezes, após a aplicação dos herbicidas, as plantas cultivadas apresentam sintomas de intoxicação que podem variar desde muito leves até muito severos, mas com posterior recuperação da cultura (SILVA *et al.*, 2003).

O conhecimento da seletividade dos herbicidas sobre as cultivares de cana-de-açúcar é importante para evitar perdas de produção, pois herbicidas seletivos também podem causar prejuízos. Atualmente, os herbicidas registrados à cana-de-açúcar são seletivos (MAPA, 2014), porém, a tolerância às moléculas desses herbicidas é específica do metabolismo de cada cultivar (AZANIA *et al.*, 2004). Arévalo *et al.*, (1998), por sua vez, destacam que podem ocorrer cultivares de cana-de-açúcar suscetíveis, tolerantes e resistentes a um determinado ingrediente ativo, tendo esta classificação como resultado da interação diferenciada de cada cultivar com o herbicida. Desta forma, fica evidente que a seletividade não se deve restringir ao nível de espécie na cultura da cana-de-açúcar, uma vez que o número de cultivares é elevado (CARDOSO, 2010).

Rolim *et al.*, (2000), avaliaram a tolerância de seis cultivares de cana-de-açúcar a alguns herbicidas aplicados em pré-emergência, de forma isolada e em misturas com as variações de doses, em um solo arenoso. Estes pesquisadores observaram diferenças do grau de sensibilidade entre as cultivares.

Casagrande *et al.*, (1991) relatou que existe uma diferença de comportamento entre as cultivares, em relação à sensibilidade a produtos e doses. O pesquisador relatou que a aplicação de herbicidas em pré-emergência da cana-de-açúcar e das plantas daninhas proporciona melhores resultados, tanto no controle das plantas daninhas, quanto nos efeitos sobre a planta de cana-de-açúcar.

Para Rolim & Christoffoleti (1984), as cultivares de cana-de-açúcar apresentam características morfológicas e fisiológicas distintas, sendo provável que ocorram diferentes respostas quanto a tolerância de cada variedade em relação a herbicidas específicos.

Ferreira *et al.*, (2005), estudaram a sensibilidade de 11 cultivares (SP80-1842, SP70-1011, SP81-3250, SP80-1816, RB855113, RB835486, RB845210, RB867515, RB928064, RB72454, RB855536) e 4 clones (RB947643, RB855002, RB957712 e RB957689) de cana-de-açúcar a herbicidas em ambiente protegido, e verificaram que a variedade RB867515 apresentou-se tolerante às menores doses (1,00 e 2,00 kg ha⁻¹) do herbicida trifloxissulfuron sódico (18,5g kg⁻¹) + ametryne (731,5g kg⁻¹), porém, na maior dose testada (6,00 kg i. a. ha⁻¹), o herbicida reduziu o acúmulo de massa seca da parte aérea, a altura, a área foliar e o número de folhas.

A técnica de transplantar mudas de cana-de-açúcar, ou plantar minirrebolos diretamente nos vasos não é nova. Ela é muito utilizada em experimentos em vasos,

tanto em casa de vegetação como em ambientes abertos. Contudo, experimentos de seletividade de herbicidas em mudas pré-brotadas, ou seja, mudas que passaram por critérios de seleção e formação, além de diversas etapas de rustificação, estão sendo desenvolvidos somente agora.

Diversos pesquisadores avaliaram a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar. Barela (2005), constatou seletividade para os herbicidas sulfentrazone (0,8 Kg ha⁻¹), clomazone (1,0 kg ha⁻¹), metribuzin (1,44 kg ha⁻¹) e diuron + hexazinone (1,066 kg ha⁻¹ + 0,134 kg ha⁻¹), pois apesar de apresentarem sintomas iniciais de injúrias, no final dos estudos nenhum ocasionou perdas significativas de rendimento ou da qualidade de colmos. Ferreira *et al.*, (2010) também constataram que a aplicação de diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹) em cana-soca cultivar RB835486 não proporcionou injúrias até os 100 DAA, sendo considerada seletiva. Negrisoli (2002) não observaram efeito no crescimento, produtividade e características tecnológicas da cultivar RB855113 com a aplicação de doses comercialmente utilizadas dos herbicidas tebuthiuron, ametryn, sulfentrazone, metribuzim, izoxaflutole, clomazone, oxyfluorfen e azafenidin + hexazinone.

Considerando aplicações em pré-emergência do metribuzin, Richard JR (1989) observou que o metribuzin (2,7 kg ha⁻¹) foi mais seletivo que hexazinone (1,6 kg ha⁻¹) e terbacil (1,6 kg ha⁻¹), quando aplicado em diferentes cultivares de cana-de-açúcar, resultando em maior produção e rendimento de açúcar. Miller *et al.* (1998) também não constataram prejuízos para o estande, altura e rendimento de açúcar quando aplicaram metribuzin (105, 210, 420, 840 e 1680 g ha⁻¹) no sulco de plantio ou metribuzin no sulco de plantio (1680 g ha⁻¹) + metribuzin (2020 g ha⁻¹) na superfície do solo. Edward & Richard Jr. (1997), avaliaram a eficiência de metribuzin no controle de *Sorghum halepense*, em cana-de-açúcar, e seu efeito sobre o peso de colmos e produção de açúcar. Concluíram que o metribuzin foi seletivo as cultivares testadas.

Monquero *et al.*, (2011) não observaram diferenças significativas entre os tratamentos diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹), metribuzin (4000 g ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium + ametryn (351 + 99 g ha⁻¹) + diuron + hexazinone (1097 + 27,77 g ha⁻¹), trifloxysulfuron-sodium + ametryn (1463 + 37 g ha⁻¹), imazapic (122,5 g ha⁻¹) e imazapyr (0,5 L ha⁻¹) aplicados em pós-emergência de 4 cultivares diferentes de cana-planta, com relação ao perfilhamento, altura das plantas e qualidade

tecnológica final das cultivares estudadas. Porém, os pesquisadores comentam que, mesmo as cultivares se recuperando, os herbicidas inibidores da ALS (imazapyr e imazapic) tiveram sintomas de fitotoxicidade acentuados aos 30 DAA, com paralisação do crescimento das plantas, presença de folhas retorcidas e coloração arroxeada.

Sandaniel, Fernandes & Barroso (2008) avaliaram a seletividade do inibidor da síntese de carotenóides na dose 1250 g clomazone ha⁻¹ quando aplicado em pré-emergência no início da época úmida, na variedade SP801816, em região de solo argiloso sob o regime de cana queimada. Os autores não observaram redução na produtividade em relação à testemunha.

Considerando aplicações em pré-emergência do diclosulam, Constantin *et al.*, (2000), verificaram que ocorreram injúrias iniciais para as doses de 200 e 250 g ha⁻¹ na cultivar SP792233, porém, as plantas recuperaram-se totalmente. Segundo os pesquisadores, o fato desta variedade ter apresentado sintomas de injúrias e ter-se recuperado não pode ser atribuído de forma generalizada aos demais cultivares desta espécie. Lucio *et al.*, (2012) também observaram que o diclosulam (53, 70,6 e 88 g ha⁻¹) isolado e em misturas, mostrou-se como uma excelente alternativa de controle para as espécies *I. hederifolia* e *D. horizontalis* em plantio de cana-de-açúcar até a realização da operação de quebra-lombo, e, que apresentou seletividade total à variedade RB 96-6928. Terra (2003) verificou que o diclosulam 200 g ha⁻¹ foi seletivo a cana-planta, pois não afetou negativamente os componentes bromatológicos e os parâmetro produtivos das cultivares estudadas. Martins et al. (2005) também constataram seletividade do herbicida diclosulam (200 g ha⁻¹) sob diversas cultivares de soqueira de cana-de-açúcar. De acordo com os pesquisadores, apenas duas cultivares demonstraram sintomas de fitointoxicação, porém, estes sintomas dissiparam-se ao longo do ciclo da cultura.

Em pós-emergência da cana-de-açúcar, Terra (2003) observou que o diclosulam (200 g i.a. ha⁻¹) foi visualmente mais seletivo que os tratamentos ametryne + tryfloxisulfuron-sodium a 1.682,5 + 42,6 g i.a./ha e ametryne 3.000 g i.a./ha, tanto para cana-planta como cana-soca, e que nenhum deles afetou negativamente os componentes bromatológicos e os parâmetro produtivos das cultivares estudadas. Martins et al. (2005) também observaram seletividade do herbicida diclosulam (200 g ha⁻¹) aplicado em pós-emergência sob diversas

cultivares de soqueira de cana-de-açúcar, pois não afetaram negativamente as características tecnológicas e produtivas da cultura.

Soares *et al.*, (2011), plantaram mini-toletes para formação de mudas que posteriormente foram transplantadas para vasos, com aproximadamente 15 cm de altura. Neste experimento avaliaram a seletividade dos herbicidas ametryn (2800 g ha⁻¹), amicarbazone (1400 g ha⁻¹), tebuthiuron (1200 g ha⁻¹), isoxaflutole (262,5 g ha⁻¹), clomazone (1100 g ha⁻¹), sulfentrazone (800 g ha⁻¹), ametryn (1463 g ha⁻¹) +trifloxysulfuron-sodium (370 g ha⁻¹), ametryn (1500 g ha⁻¹) +clomazone (1000 g ha⁻¹) e diuron (1404 g ha⁻¹) + hexazinone (396 g ha⁻¹), aplicados após o plantio da cultura, nas cultivares de cana-de-açúcar IAC91-5155, IACSP93-3046, IACSP94-2094. Os pesquisadores observaram que, para todas as cultivares, os herbicidas amicarbazone, isoxaflutole e sulfentrazone causaram sintomas de intoxicação superiores a 50%. Os demais tratamentos promoveram intoxicações inferiores até os 33 DAA, com total recuperação aos 70 DAA. A intensidade da intoxicação foi suficiente para reduzir a altura, a massa seca da parte aérea e da raiz, bem como o volume da raiz em todos os tratamentos, particularmente amicarbazone, isoxaflutole e sulfentrazone.

Silva *et al.*, (2010) determinaram a seletividade das cultivares RB925345, RB855156, RB867515 e SP80-1816 aos herbicidas tembotrione, MSMA, diuron + hexazinone, sulfentrazone, trifloxysulfuron-sodium, tebuthiuron e clomazone. O experimento foi conduzido em ambiente protegido e a aplicação dos tratamentos realizada em pós-inicial da cana-de-açúcar. Os pesquisadores concluíram que as cultivares apresentam níveis de tolerância diferenciada a ação dos herbicidas. O clomazone e o sulfentrazone causaram os maiores sintomas de intoxicação nas cultivares. A cultivar RB867515 se mostrou, de forma geral, mais tolerante a ação dos herbicidas avaliados, uma vez que, não teve o seu diâmetro de colmo e número de folhas influenciado pela utilização de nenhum dos produtos testados.

Também trabalhando com vasos em casa de vegetação e realizando o transplante de mudas para estes vasos, Ferreira *et al.*, (2010) avaliaram a tolerância de cultivares SP e CTC de cana-de-açúcar à aplicação de dez herbicidas comumente recomendados para manejo de plantas daninhas nesta cultura. Os tratamentos herbicidas aplicados em pós-emergência inicial foram: ametryn, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, clomazone, diuron + hexazinone, isoxaflutole, imazapic, 2,4-D, tebuthiuron, sulfentrazone, MSMA. Ferreira *et al.* (2010) concluíram que

houve tolerância diferencial aos herbicidas comumente utilizados na cultura, e as cultivares SP80-3280 e CTC2 foram as mais tolerantes à aplicação de herbicidas.

Schiaveto *et al.*, (2012), determinaram a tolerância de sulfentrazone + diuron+ hexazinone, metsulfuron-methyl + sulfentrazone, diuron + hexazinone + clomazone, metribuzin + diuron + hexazinone, diuron + hexazinone + MSMA e ametryn + trifloxysulfuronsodium + diuron + hexazinone aplicados em pós-emergência inicial da cultura em 8 cultivares diferentes de cana-de-açúcar soqueira, e, verificaram que as cultivares foram tolerantes às associações de herbicidas sem prejuízo final da produtividade e da qualidade da matéria-prima, embora ocorram diferenças iniciais entre cultivares quanto a sintomas de intoxicação, teor de clorofila e altura das plantas.

Ao avaliar a tolerância de cultivares de cana-de-açúcar aos herbicidas sulfentrazone (800 g ha⁻¹), clomazone (800 g ha⁻¹), imazapic (147 g ha⁻¹), isoxaflutole (112,5 g ha⁻¹) e ametryn (1463 g ha⁻¹) + trifloxysulfuronsodium (37 g ha⁻¹), aplicados em pós-emergência em cana soca de terceiro corte, Zera *et al.*, (2011) observaram que os cultivares de cana-de-açúcar IACSP94-2094, IACSP93 3046, IACSP94-4004, IAC86-2480, RB72454, e, especialmente o IACSP94-2101, foram suscetíveis ao herbicida clomazone até os 30 dias após aplicação, por apresentarem manchas cloróticas nas folhas e menor teor de clorofila, porém com posterior recuperação, sem que houvesse comprometimento da produtividade e das características tecnológicas. Os cultivares também apresentaram elevado grau de tolerância aos demais herbicidas estudados.

Observa-se que existem diversos trabalhos que avaliaram a seletividade dos herbicidas tradicionalmente utilizados na cana-de-açúcar, bem como as diferentes tolerâncias das principais cultivares desta espécie, porém, a grande maioria foi realizada com plantios convencionais através de rebolos. Desta forma, faz-se necessário avaliar a seletividade de herbicidas no sistema de plantio de mudas pré-brotadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Instalação e condução do estudo

O experimento foi desenvolvido em uma área experimental dentro da Usina São Martinho, próximo ao município de Pradópolis (SP), sob condições naturais de clima, no período de setembro a novembro de 2013. A localização geográfica do local está definida pelas coordenadas geográficas 21°21'34" S e 48°03'56" WGr a 538 metros de altitude. Foram utilizados vasos de polietileno (plástico) com capacidade de 12 L. O substrato foi terra da camada arável oriunda de um Latossolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2006), cujo as propriedades físicas encontram-se na Tabela 1. A adubação foi realizada de acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 2), seguindo-se as recomendações para a cultura. Foram utilizados em cada parcela uma dose equivalente a 500 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 8-28-16. Os resultados da análise química do solo indicaram que não havia necessidade de correção. A irrigação dos vasos foi realizada por gotejamento, sempre que necessário.

Tabela 1. Análise física da terra utilizada no preenchimento dos vasos, Pradópolis/SP, 2013.

Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)					
		Total	AMG ¹	AG ²	AM ³	AF ⁴	AMF ⁵
65	7	28	-	7	-	21	-

Fonte: Laboratório de solos do Departamento de Solos e Adubos - UNESP Jaboticabal; ¹ AMG - Areia muito grossa; ² AG - Areia grossa; ³ AM - Areia média; ⁴ AF - Areia fina; ⁵ AMF - Areia muito fina.

Tabela 2. Análise química¹ da terra utilizada no preenchimento dos vasos, Pradópolis/SP, 2013.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	M%	S
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----cmol _c /dm ³ -----						-----			mg/dm ³
5,5	21,0	53,0	0,0	2,9	0,3	3,7	1,5	5,5	8,4	66,0	0,0	38,0

Fonte: Laboratório de solos do Departamento de Solos e Adubos - UNESP Jaboticabal. ¹ Métodos de extração: pH: Sol. CaCl₂; M.O.: Ác. Sulfúrico; P, K, Ca e Mg: Resina; H + Al: Tampão SMP; Al: KCl; S: Fósf. Cálcio.

Durante todo o período experimental, também foram coletados os dados climáticos no posto meteorológico da usina, localizado a aproximadamente 1500 m de distância do local do experimento. Estes dados estão descritos na Figura 3.

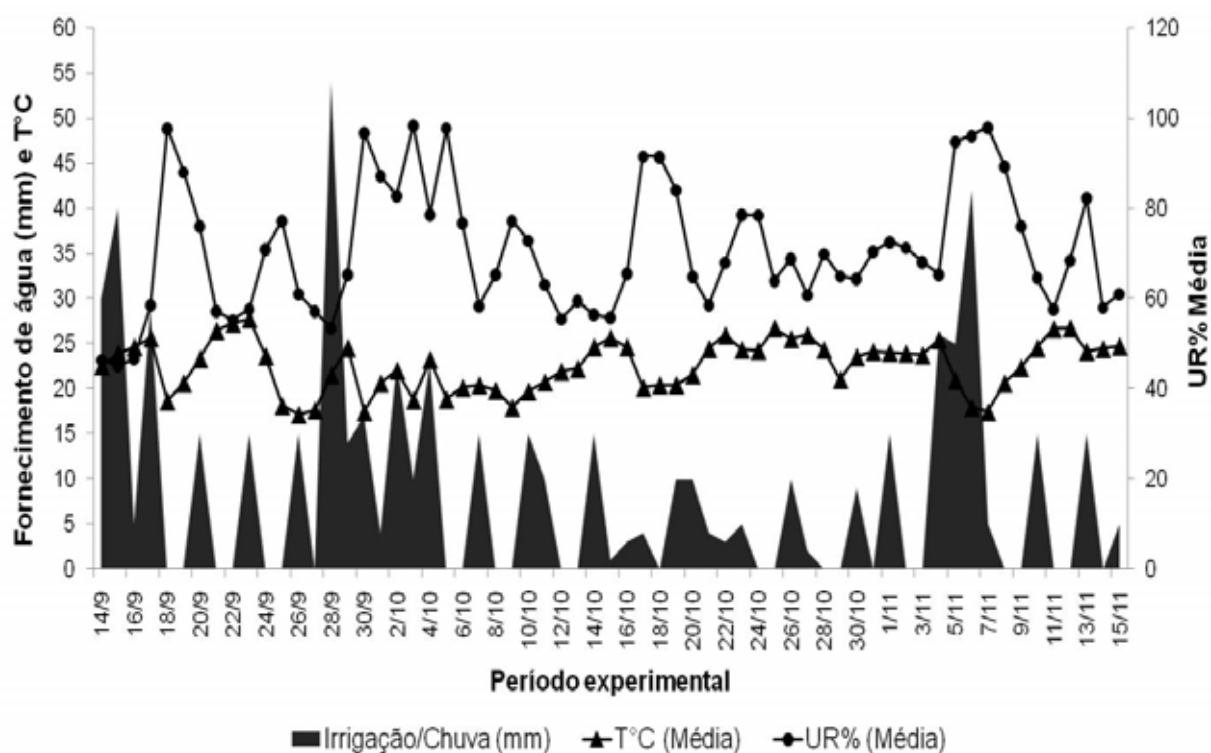


Figura 3. Dados climáticos do período de realização do experimento. Fonte: Estação meteorológica da usina São Martinho, Pradópolis/SP, 2013.

3.2. Cultivares utilizadas

Estudou-se as cultivares CTC14, CTC7 e RB966928. Optou-se por estas cultivares por apresentarem representatividade dentro do setor canavieiro e por possuírem teoricamente diferentes tolerâncias à herbicidas, sendo a CTC7, RB966928 e CTC14 consideradas respectivamente como tolerante, intermediária e suscetível (CTC, 2014; RIDESA, 2014).

3.2.1. CTC14

Na safra 2012-2013 a cultivar CTC14 era representada por uma área cultivada de aproximadamente 22.000 hectares na região Centro-Sul. Esta cultivar destaca-se pelo porte ereto, boa colheitabilidade e boa tolerância à seca.

Recomenda-se a colheita do meio para o final da safra (julho a novembro), em ambiente de médio a alto potencial de produção (A, B e C). A planta floresce raramente e não isoporiza nas condições do Centro-Sul, e floresce pouco nas condições do Nordeste. É moderadamente resistente à ferrugem marrom, sendo resistente também à ferrugem alaranjada, à escaldadura, ao mosaico e ao amarelecimento. Apresenta resistência intermediária ao carvão e à broca *Diatrea saccharalis* e tolerância a *Sphenophorus levis*. Responde bem a maturadores químicos e apresenta tolerância à seca (CTC - CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA, 2014). Apesar de ser classificada como uma cultivar tolerante a herbicidas pelo CTC, tem sido observados problemas de fitointoxicação com a cultivar CTC14 em algumas unidades produtoras de cana-de-açúcar.

3.2.2. CTC7

Na safra 2012-2013 a cultivar CTC7 era representada por uma área cultivada de aproximadamente 40.000 hectares na região Centro-Sul (CTC, 2014). Destaca-se pelo seu alto teor de sacarose e precocidade. É recomendada para colheita no início ao meio da safra (abril a julho) em ambientes de médio a alto potencial de produção. Apresenta fibra média, raro florescimento e baixa isoporização. Mostrou-se resistente à escaldadura, ao amarelecimento, às ferrugens marrom e alaranjada, ao carvão e ao mosaico, com reação intermediária à broca *Diatrea saccharalis* (CTC, 2014).

Tem apresentado excelentes resultados em plantios de inverno, sendo adaptada para o plantio e colheita mecanizada. As touceiras têm hábito de crescimento decumbente, despalha fácil e perfilhamento médio. É classificada como tolerante a herbicidas (CTC, 2014).

3.2.3. RB966928

Este cultivar vêm se destacando muito nos últimos anos, sendo que em 2012 foi o quarto cultivar mais plantado no Brasil, representando uma área de plantio de 70.389 hectares, 7,18% de todo o plantio nacional. Com relação a área cultivada, em 2012 ocupava a oitava posição, com 163.870 hectares cultivados, representando 2,56% da área cultivada nacional (RIDESA, 2014).

Destaca-se pelo elevado teor de sacarose e é recomendada para o cultivo em ambientes de médio a alto potencial. É recomendada para colheita no início de safra, de abril a junho. É resistente às principais doenças da cana-de-açúcar e apresenta tolerância à broca-dos-colmos. Esta cultivar possui boa brotação de soqueira, alto perfilhamento e alto fechamento nas entrelinhas. É classificada como uma cultivar de tolerância intermediária a herbicidas (RIDESA, 2014).

As principais características morfológicas e agronômicas das três cultivares podem ser encontradas na Tabela 3.

Tabela 3. Características fenológicas e agronômicas dos cultivares utilizados no estudo, Pradópolis/SP, 2014.

Características:	CTC7	CTC14	RB966928
Produtividade Cana-planta	Alta	Muito alta	Alta
Produtividade Cana-soca	Alta	Muito alta	Alta
Exigências em fertilidade do solo	Média/Alta	Média	Média/Alta
Brotação de soqueira	Ótima	Ótima	Boa
Perfilhamento	Médio	Alto	Alto
Fechamento nas entrelinhas	Bom	Ótimo	Alto
Tombamento	Alto	Pouco	Pouco
Florescimento	Raro	Raro	Raro
Isoporização	Baixa	Não	Não
Maturação	Precoce	Média	Precoce
Teor máximo pol.	Alto	Muito alto	Alto
Reação às pragas e doenças:			
Ferrugem marrom	Resistente	Moderad. resistente	Resistente
Ferrugem alaranjada	Resistente	Resistente	Resistente
Carvão	Resistente	Intermediária	Resistente
Escaldadura	Resistente	Resistente	Resistente
Mosaico	Resistente	Resistente	Resistente
Reação à broca-dos-colmos	Intermediária	Intermediária	Tolerante

Fonte: CTC (2014) e RIDESA (2014).

3.3. Preparo das mudas pré-brotadas

Foram selecionadas gemas provenientes de viveiros submetidos aos manejos e protocolos de qualidade, isentos de doenças, sem mistura de cultivares e com idade de seis a dez meses. As gemas sadias e não danificadas foram cortadas (Figura 4a) em minirrebolos de aproximadamente 3 cm (Figura 4b) e como sistema de proteção à doenças fúngicas, os minirrebolos foram imersos por 3 minutos (Figura 4c) em uma solução de 0.1 % de Azoxistrobina, conforme manejo proposto por LANDELL *et al.*, (2014). Após estas etapas, os minirrebolos foram colocados em tubetes (Figura 4d) com substrato composto pela mistura de torta de filtro, fuligem e bagaço de cana na proporção 3:1:1 (v:v:v). Durante um período de 90 dias, as mudas foram irrigadas diariamente e passaram por um manejo de podas foliares para estimular o desenvolvimento radicular e minimizar as perdas de água.



Figura 4. (a) equipamento utilizado para o corte dos minirrebolos; (b) minirrebolos; (c) minirrebolos à serem tratados e (d) plantio nos tubetes. Pradópolis/SP, 2013.

3.4. Plantio das mudas pré-brotadas e aplicação dos herbicidas

A aplicação dos herbicidas foi realizada em pré-emergência das plantas daninhas e pré-plantio das mudas pré-brotadas no dia 14/09/2013. O plantio das mudas pré-brotadas foi realizado logo após a aplicação dos herbicidas nas parcelas. No dia do plantio, as MPB encontravam-se com aproximadamente 15 cm de altura e de 3 a 5 folhas. Para a aplicação dos herbicidas utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com 2 pontas de jato plano Teejet XR 11002VS, espaçados entre si de 50 cm, a uma pressão constante de 200kPa, proporcionando um volume de calda de 200 L ha⁻¹. No momento da aplicação, a temperatura era de 28 e 30,1°C; umidade relativa do ar de 65 e 57,9%; velocidade do vento de 5,1 e 6,5 km h⁻¹; nebulosidade de 30 e 25%, respectivamente para início e término da aplicação.

As plantas daninhas foram controladas manualmente para que não houvesse competição com a cana-de-açúcar, já que essa perda poderia influenciar nas avaliações realizadas. Os herbicidas utilizados com suas respectivas doses e mecanismos de ação estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Ingredientes ativos, marcas comerciais, mecanismos de ação e doses dos herbicidas utilizados. Pradópolis/SP, 2013.

	Ingrediente ativo (i.a.)	Nome comercial	Mecanismo de ação	Dose (Kg ou L p.c. ha⁻¹)	Dose (g i.a. ha⁻¹)
T1	S-metolachlor	Dual Gold SC ¹ (960 g/L)	Inibe a divisão celular	2,75	2640
T2	clomazone	Gamit Star CE ² (800g/L)	Inibidor da síntese de caroteno	1,25	1000
T3	sulfentrazone	Boral 500 SC ¹ (500 g/L)	Inibidor da protox (PPO)	1,6	800
T4	diclosulam	Coact WG ³ (840 g/kg)	Inibidor da ALS	0,238	200
T5	metribuzin	Sencor SC ¹ (480 g/L)	Inibe o fotossistema II	4	1920
T6	diuron + hexazinone	Hexaron GRDA ⁴ (468 + 132 g/kg)	Inibe o fotossistema II	2,5	1170 + 330
T7	S-metolachlor + sulfentrazone	Dual Gold + Boral	Inib div. celular/Inib. da protox	2,75 e 1,6	2640 + e 800
T8	Testemunha	-	-	-	-

¹SC - Suspensão concentrada; ²CE - Concentrado emulsionável; ³WG - Granulado dispersível; ⁴GRDA - Grânulos dispersíveis em água.

A Figura 5 ilustra algumas etapas do experimento, que incluem a mistura dos fertilizantes na terra até o plantio e irrigação das mudas pré-brotadas.



Figura 5. (a) Incorporação dos fertilizantes; (b) calibração antes das aplicações dos herbicidas; (c) aplicação dos herbicidas; (d) Muda Pré-Brotada; (e) plantio das mudas pré-brotadas e (f) alocação dos vasos e sistema de irrigação. Pradópolis/SP, 2013.

3.5. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial (3x8), sendo o fator A composto por três cultivares CTC14, CTC7 e RB966928; e o fator B por sete herbicidas S-metolachlor (2640 g ha⁻¹); clomazone (1000 g ha⁻¹); sulfentrazone (800 g ha⁻¹); diclosulam (200 g ha⁻¹); metribuzin (1920 g ha⁻¹); diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹); S-metolachlor + sulfentrazone (2640 + 800 g ha⁻¹) e mais uma testemunha sem aplicação. Na escolha dos herbicidas optou-se por aqueles mais utilizados no setor canavieiro e com diferentes características físico-químicas.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e a comparação de médias efetuada pelo Teste de Tukey (5%). O programa estatístico utilizado foi o SISVAR 5.0.

3.6. Características avaliadas

As características avaliadas foram: avaliação visual de fitointoxicação, altura, número de perfilhos, condutância estomática, acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) e o acúmulo de massa seca do sistema radicular (MSSR).

a) Avaliação visual de fitointoxicação (%): 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 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias após aplicação (DAA).

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 14, 28, 42 e 56 DAA.

c) Número de perfilhos: o número de perfilhos (primário, secundários e terciários) foi determinado aos 14, 28, 42 e 56 DAA.

d) Condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$): a condutância estomática (gs) foi medida com o auxílio de um porômetro. As avaliações foram realizadas às 07h30min aos 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 DAA, sempre na terceira folha totalmente expandida (+3).

e) Massa seca (g): aos 63 DAA, a parte aérea de cada planta foi cortada rente ao solo e em seguida realizou-se a lavagem e retirada das raízes. Ambos foram colocados em uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C , mantidos até atingirem massa constante. Após isso, realizou-se a pesagem da matéria seca em balança analítica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 5 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes aos sintomas visuais de fitointoxicação das mudas pré-brotadas e os efeitos dos herbicidas e cultivares sobre esta avaliação.

Tabela 5. Valores médios da porcentagem de fitointoxicação em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013.

Variáveis	Dose (g ha ⁻¹)	Dias após aplicação							
		14	21	28	35	42	49	56	63
Efeito dos Herbicidas (H)									
S-met ¹	2.640	1,5 c	1,3 c	1,1 c	1,4 c	0,9 d	0,2 d	0,2 c	0,3 C
clomazone	1.000	1,6 c	1,0 c	0,7 c	0,0 c	0,3 d	0,0 d	0,0 c	0,0 C
sulfe ²	800	4,6 b	25,8 a	25,5 a	25,7 a	22,7 b	12,2 b	8,0 b	5,6 B
diclosulam	200	8,3 a	16,8 b	21,9 a	29,8 a	34,6 a	31,4 a	27,3 a	26,3 A
metribuzin	1.920	2,1 bc	1,9 c	1,8 c	1,8 c	1,3 d	0,4 d	0,2 c	0,0 C
diuron hexa ³	+ 1.170+330	0,9 c	0,9 c	0,7 c	0,5 c	0,3 d	0,0 d	0,0 c	0,0 C
S-met ¹ sulfe ²	+ 2.640+800	1,4 c	15,8 b	16,5 b	16,2 b	15,3 c	7,3 c	5,3 b	3,0 bc
Efeito das Cultivares (C)									
CTC14	-	-	-	-	12,6 a	-	7,8 a	6,4 a	
CTC7	-	-	-	-	9,9 ab	-	4,6 b	4,1 b	
RB966928	-	-	-	-	9,8 b	-	5,1 b	4,5 ab	
F Herbicidas (H)		17,9 **	110,0 **	165,4 **	160,6 **	125,7 **	107,2 **	95,4 **	109,6 **
F Cultivares (C)		1,0 ns	0,5 ns	1,0 ns	2,0 ns	3,9 *	1,9 ns	6,6 *	4,3 *
F (HxC)		1,9 *	1,3 ns	4,5 **	1,4 ns	1,9 ns	0,9 ns	2,5 *	2,7 *
C.V. (%)		74,4	37,3	30,8	32,8	39,5	52,9	60,5	63,4
d.m.s. (H)		2,7	4,2	3,7	4,4	5,3	4,8	4,4	3,9
d.m.s. (C)		1,4	2,1	1,9	2,3	2,7	2,5	2,3	2,0

¹S-metolachlor, ²sulfentrazone e ³hexazinone. ** Significativo ao nível de 1%. * Significativo ao nível de 5%. ns Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os herbicidas influenciaram significativamente os sintomas visuais de fitointoxicação desde os 14 dias após a aplicação. De maneira geral, os tratamentos que mais proporcionaram intoxicação às mudas pré-brotadas foram em ordem decrescente o tratamento com diclosulam, sulfentrazone e a associação de S-metolachlor + sulfentrazone. O diclosulam proporcionou os sintomas de fitointoxicação mais acentuados no período de 35 até os 49 dias após aplicação (DAA). O principal sintoma observado foi uma coloração verde mais clara nas folhas, manchas cloróticas e redução do porte e vigor das mudas pré-brotadas. Esses

resultados não corroboram os obtidos por Terra (2003), Lucio *et al.* (2014) e Martins *et al.* (2005), pois nenhum destes pesquisadores encontrou sintomas de fitointoxicação com a aplicação de diclosulam em pré-emergência da cana-planta.

O sulfentrazone foi o segundo herbicida mais tóxico às mudas pré-brotadas. O período com sintomas mais acentuados foi dos 21 DAA até os 42 DAA. Apesar de ser o segundo herbicida mais fitotóxico, a partir dos 49 DAA os sintomas de fitointoxicação foram dissipando-se até os 63 DAA. O principal sintoma de fitointoxicação foi a presença de manchas arroxeadas e necrose nas folhas. Em condições de pré-emergência, Barela (2005) e Negrisoli (2002) não observaram sintomas de fitointoxicação com a aplicação de sulfentrazone, o que não corrobora os resultados deste estudo.

A associação de S-metolachlor + sulfentrazone foi o terceiro tratamento mais fitotóxico às mudas pré-brotadas. Provavelmente os sintomas de fitointoxicação proporcionados pela mistura S-metolachlor + sulfentrazone foram menos severos que os do sulfentrazone isoladamente, devido a um possível efeito antagônico existente entre os dois, uma vez que as doses do sulfentrazone foram as mesmas em ambos tratamentos.

Os herbicidas S-metolachlor, clomazone, metribuzin e diuron + hexazinone, demonstraram-se visualmente seletivos às mudas pré-brotadas, pois proporcionaram sintomas de fitointoxicação abaixo de 2,1% durante todo o período experimental. Ao trabalhar com clomazone em pré-emergência, Negrisoli (2002), Barela (2005) e Sandaniel *et al.*, (2008) também constataram seletividade deste herbicida na cultura da cana-de-açúcar, bem como Barela (2005) e Clement *et al.*, (1979), que trabalharam com o herbicida diuron + hexazinone em pré-emergência e não observaram intoxicação na cana-de-açúcar.

Os efeitos das cultivares foram significativos sobre os sintomas visuais de fitointoxicação nas observações efetuadas aos 42, 56 e 63 DAA. Nessas três épocas, pode-se observar que a CTC14 apresentou maiores intoxicações, seguida da RB966928 e a menos afetada foi a CTC7.

A interação dos efeitos dos herbicidas e das cultivares sobre os sintomas visuais de fitointoxicação foram significativas nas observações efetuadas aos 14, 28, 56 e aos 63 DAA (Tabela 5). Na Tabela 6 podem ser verificados os valores médios obtidos no desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos quando as interações foram significativas.

Tabela 6. Valores médios da porcentagem de fitointoxicação em três cultivares de cana-de-açúcar após a aplicação de herbicidas em pré-plantio, em diferentes épocas de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade da interação entre herbicida e cultivar. Pradópolis/SP, 2013.

Variáveis	Dose (g ha ⁻¹)	14 DAA ³			28 DAA ³			56 DAA ³			63 DAA ³		
		CTC 14	CTC7	RB966928	CTC 14	CTC7	RB966928	CTC 14	CTC7	RB966928	CTC 14	CTC7	RB966928
S-meto ¹	2.640	1,3 bA	1,8 abA	1,5 bcA	1,0 cA	0,5 cA	1,8 bA	0,0 cA	0,5 bA	0,0 bA	0,0 cA	0,8 bA	0,0 bA
clomazone	1.000	1,5 bA	2,3 abA	1,0 bcA	0,5 cA	1,5 cA	0,0 bA	0,0 cA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 cA	0,0 bA	0,0 bA
sulfent ²	800	4,0 abA	5,0 aA	4,8 bA	30,0 aA	26,5 aA	20,0 aB	13,5 bA	5,3 bB	5,3 bB	9,0 bA	4,3 bAB	3,5 bB
dicosulam	200	8,5 aA	4,8 abB	11,5 aA	26,0 aA	16,5 bB	23,3 aA	34,8 aA	22,3 aB	25,0 aB	33,5 aA	21,0 aB	24,3 aB
metribuzin	1.920	2,3 bA	1,5 abA	2,5 bcA	2,0 cA	1,8 cA	1,8 bA	0,0 cA	0,5 bA	0,0 bA	0,0 cA	0,0 bA	0,0 bA
diuron + hexazinone	1.170+330	1,3 bA	0,3 bA	1,3 bcA	0,8 cA	0,8 cA	0,5 bA	0,0 cA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 cA	0,0 bA	0,0 bA
S-meto ¹ + sulfent ²	2.640+800	2,8 bA	1,5 abA	0,0 cA	12,5 bB	18,8 bA	18,3 aA	6,5 bcA	4,0 bA	5,5 bA	2,5 bcA	2,5 bA	4,0 bA
d.m.s. (H)		4,7		6,5		7,6		6,8					
d.m.s. (V)		3,7		5,1		6,0		5,4					

¹S-metolachlor, ²sulfentrazone e ³dias após aplicação. ** Significativo ao nível de 1%. * Significativo ao nível de 5%. ^{ns} Não significativo. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

A Figura 6 ilustra alguns dos sintomas de intoxicação apresentados pela cultivar CTC14 aos 28 dias após aplicação (DAA).



Figura 6. (a) Testemunha; (b) S-metolachlor (1920 g i.a. ha⁻¹); (c) clomazone (1000 g i.a. ha⁻¹); (d) sulfentrazone (800 g i.a. ha⁻¹); (e) diclosulam (200 g i.a. ha⁻¹); (f) metribuzin (1920 g i.a. ha⁻¹); (g) diuron+hexazinone(1170+.330.g.i.a..ha⁻¹); (h).S-metolachlor + sulfentrazone (1920.+800.g.i.a..ha⁻¹) Pradópolis/SP, 2013.

Aos 14 DAA, o único herbicida que proporcionou diferentes respostas entre as cultivares, foi o diclosulam, sendo que a CTC14 e RB966928 apresentaram os sintomas mais severos de intoxicação. Aos 28 DAA as cultivares CTC14 e RB966928 apresentavam maior susceptibilidade ao herbicida diclosulam, e para o sulfentrazone, as mais suscetíveis foram as cultivares CTC14 e a CTC7. Aos 56 DAA praticamente apenas o diclosulam proporcionou injúrias significativas, com exceção da cultivar CTC14, pois nesta cultivar o sulfentrazone também proporcionou injúrias, porém, menos severas que as proporcionadas pelo diclosulam. No final do estudo aos 63 DAA, o único herbicida que diferenciou-se dos demais foi o diclosulam, proporcionando elevadas notas de intoxicação para as três cultivares, com a CTC14 como a cultivar mais prejudicada (Tabela 6).

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes a altura das mudas pré-brotadas e os efeitos dos herbicidas e cultivares sobre esta avaliação.

Tabela 7. Valores médios de altura (cm) em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013.

Variáveis	Dose (g ha ⁻¹)	Dias após aplicação			
		14	28	42	56
Efeito dos Herbicidas (H)					
S-meto ¹	2640	8,02 ab	10,67 a	11,41 a	15,66 a
clomazone	1000	8,75 a	12,25 a	13,48 a	18,63 a
sulfe ²	800	7,71 ab	11,09 a	11,73 a	16,56 a
diclosulam	200	6,54 b	7,96 b	8,77 b	11,10 b
metribuzin	1920	7,24 ab	10,78 a	12,30 a	16,18 a
diuron + hexaz ³	1170 + 330	6,96 ab	11,35 a	12,58 a	17,39 a
S-meto ¹ + sulfe ²	2640 + 800	7,17 ab	10,89 a	11,82 a	16,27 a
Testemunha	-	8,28 ab	11,86 a	13,30 a	17,82 a
Efeito das Cultivares (C)					
CTC14		7,02 b	10,27 b	11,22 b	14,92 b
CTC7		9,48 a	13,24 a	14,33 a	19,98 a
RB966928		6,25 b	9,03 c	10,21 b	14,20 b
F Herbicidas (H)		2,38 *	7,76 **	9,12 **	10,36 **
F Cultivares (C)		33,24 **	57,85 **	51,72 **	43,52 **
F (HxC)		0,87 ns	0,96 ns	0,80 ns	0,94 ns
C.V. (%)		21,86	14,81	14,17	15,15
d.m.s. (H)		2,11	2,05	2,15	3,13
d.m.s. (C)		0,99	0,96	1,01	1,47

¹S-metolachlor, ²sulfentrazone e ³hexazinone. ** Significativo ao nível de 1%. * Significativo ao nível de 5%. ns Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os herbicidas influenciaram significativamente a altura das mudas pré-brotadas em todas as observações efetuadas. Aos 14 DAA os herbicidas proporcionaram diferentes respostas ao crescimento (altura) das mudas pré-brotadas. Contudo, nenhum apresentou diferença significativa comparativamente a altura da testemunha. A partir dos 28 DAA até a última observação, apenas o diclosulam determinou redução significativa na altura das plantas. Estes dados correlacionam-se com os proporcionados pelo diclosulam nos sintomas visuais de fitointoxicação (Tabela 5) e são característicos do seu mecanismo de ação (inibição da síntese da ALS), pois os herbicidas deste grupo são absorvidos pelas raízes, sendo posteriormente translocados para os pontos de crescimento, paralisando o crescimento da planta (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Os tratamentos com S-metolachlor, clomazone, sulfentrazone, metribuzin, diuron + hexazinone e S-metolachlor + sulfentrazone não promoveram redução na altura das mudas pré-brotadas em todos os períodos de avaliação, sendo considerados seletivos neste quesito.

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}).

Por outro lado, Miller *et al.*, (1998) não verificaram prejuízos para estande, altura e rendimento de açúcar quando aplicaram metribuzin (105, 210, 420, 840 e 1680 g ha^{-1}) no sulco de plantio, como ora observado. Os resultados de redução da altura encontrados por Dinardo-Miranda *et al.*, (2001) podem estar relacionados as doses, textura do solo e sistema de plantio, pois não utilizaram o sistema MPB.

Os efeitos das cultivares foram significativos sobre a altura das mudas pré-brotadas em todas as observações efetuadas. A CTC7 apresentou as maiores médias de altura em todos os períodos avaliados. As cultivares CTC14 e RB966928 somente apresentaram diferença entre si aos 28 DAA. As maiores alturas observadas na CTC7 podem estar relacionado as características intrínsecas da própria cultivar, pois ela apresenta um porte mais ereto, o que proporciona uma boa adaptabilidade ao plantio e colheita mecanizada (CTC, 2014). Ferreira *et al.* (2005)

testaram a sensibilidade de onze cultivares de cana-de-açúcar à diferentes herbicidas, e apenas a cultivar RB855113 apresentou redução de altura, o que comprova que existem diferenças de comportamento entre cultivares.

A interação entre os herbicidas e as cultivares não influenciou significativamente a altura das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes ao número de perfilhos das mudas pré-brotadas e os efeitos dos herbicidas e cultivares sobre esta avaliação.

Tabela 8. Valores médios de número de perfilho em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013.

Variáveis	Dose (g ha ⁻¹)	Dias após aplicação			
		14	28	42	56
Efeito dos Herbicidas (H)					
S-meto ¹	2640	-	3,6 a	4,3 a	5,7 a
clomazone	1000	-	3,3 a	4,2 a	4,9 a
sulfe ²	800	-	3,8 a	4,8 a	6,3 a
diclosulam	200	-	1,3 b	1,3 b	1,2 b
metribuzin	1920	-	3,8 a	4,3 a	5,2 a
diuron + hexaz ³	1170 + 330	-	2,8 a	4,3 a	5,3 a
S-meto ¹ + sulfe ²	2640 + 800	-	3,1 a	4,3 a	5,3 a
Testemunha	-	-	3,5 a	4,6 a	5,3 a
Efeito das Cultivares (C)					
CTC14		-	2,6 b	3,5 b	5,1 ab
CTC7		-	2,8 b	3,5 b	4,2 b
RB966928		-	4,0 a	5,0 a	5,4 a
F Herbicidas (H)		1,6 ^{ns}	6,4 ^{**}	9,8 ^{**}	11,9 ^{**}
F Cultivares (C)		1,9 ^{ns}	13,3 ^{**}	15,9 ^{**}	5,7 [*]
F (HxC)		1,3 ^{ns}	2,0 [*]	2,3 [*]	1,2 ^{ns}
C.V. (%)		45,4	36,5	30,5	32,1
d.m.s. (H)		0,7	1,5	1,6	2,0
d.m.s. (C)		0,3	0,7	0,8	0,9

¹S-metolachlor, ²sulfentrazone e ³hexazinone. ** Significativo ao nível de 1%. * Significativo ao nível de 5%. ^{ns} Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os herbicidas influenciaram significativamente na redução do número de perfilhos das mudas pré-brotadas nas observações efetuadas aos 28, 42 e 56 DAA. O único tratamento que proporcionou redução do número de perfilho foi o tratamento com o herbicida diclosulam, proporcionando uma média menor que dois perfilhos até a última avaliação aos 56 DAA (Tabela 8).

Constantin *et al.*, (2000) e Martins *et al.*, (2005) não constataram reduções do número de perfilhos com a aplicação de diclosulam em pré-emergência. Estes resultados não corroboram os ora observados, possivelmente devido ao fato de não terem sido plantados pelo sistema de mudas pré-brotadas. Considerando aplicações em pré-emergência da cultura, Dinardo-Miranda *et al.*, (2001) constataram em cana-planta que a aplicação de metribuzin (1680 g ha^{-1}), clomazone (1000 g ha^{-1}) e clomazone + (diuron + hexazinone) ($1000 + 468 + 132 \text{ g ha}^{-1}$) reduziram significativamente o número de perfilhos, o que não corrobora os resultados ora registrados. Estes resultados diversos podem estar relacionados ao sistema de plantio e a textura do solo, pois Dinardo-Miranda *et al.* (2001) usaram doses próximas as utilizadas neste estudo em um solo arenoso.

Todos os demais tratamentos com S-metolachlor, clomazone, sulfentrazone, metribuzin e diuron + hexazinone foram seletivos quanto ao número de perfilhos das mudas pré-brotadas, pois dos 14 aos 56 DAA todos apresentaram diferença significativa apenas do tratamento com diclosulam.

Os efeitos das cultivares foram significativos sobre o número de perfilho nas observações efetuadas aos 28, 42 e 56 DAA (Tabela 8). O maior número de perfilhos observado na cultivar RB966928 pode estar relacionado a características intrínsecas da própria cultivar, pois ela é classificada como uma cultivar de alto perfilhamento (RIDESA, 2014).

A interação dos efeitos dos herbicidas e das cultivares sobre o número de perfilhos foram significativas nas observações efetuadas aos 28 e aos 42 DAA (Tabela 8). Na Tabela 9 podem ser verificados os valores médios obtidos no desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos quando as interações foram significativas.

Tabela 9. Valores médios do número de perfilho em diferentes cultivares de cana-de-açúcar após a aplicação de herbicidas em pré-emergência em diferentes épocas de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade da interação entre herbicida e cultivar. Pradópolis/SP, 2013.

Variáveis	Dose (g ha ⁻¹)	28 DAA ⁴			42 DAA ⁴		
		CTC 14	CTC7	RB966928	CTC 14	CTC7	RB966928
S-meto ¹	2.640	2,8 ab A	3,5 ab A	4,5 a A	3,8 ab A	4,5 a A	4,8 a A
clomazone	1.000	1,5 b B	3,5 ab A	5,0 a A	2,5 b B	4,5 a A	5,5 a A
sulfe ²	800	4,3 a A	3,0 ab A	4,0 a A	4,3 ab A	4,3 a A	6,0 a A
diclosulam	200	1,5 b A	1,0 b A	1,3 b A	1,8 b A	1,0 b A	1,3 b A
metribuzin	1.920	3,0 ab A	4,0 a A	4,3 a A	3,0 b B	4,3 a A	5,8 a A
diuron + hexa ³	1.170+ 330	1,5 b B	2,0 ab B	4,8 a A	3,8 ab B	3,0 ab B	6,3 a A
S-meto ¹ + sulfe ²	2.640+ 800	3,0 ab A	2,3 ab A	4,0 a A	3,5 ab B	3,8 a A	5,8 a A
Testemunha	-	3,5 ab A	3,0 ab A	4,0 a A	5,8 a A	3,0 ab B	5,0 a A
d.m.s. (H)			2,5			2,7	
d.m.s. (C)			1,9			2,1	

¹S-metolachlor, ²sulfentrazone, ³hexazinone e ⁴ dias após aplicação. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Aos 28 DAA, os tratamentos com clomazone, diclosulam e diuron + hexazinone na cultivar CTC14 proporcionaram número de perfilhos significativamente inferior ao sulfentrazone. Porém, nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha. Para a cultivar CTC7 o tratamento com metribuzin proporcionou um número significativamente maior de perfilhos que o tratamento com diclosulam. No entanto, nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha. Para a cultivar RB966928, o único tratamento que proporcionou redução significativa do número de perfilhos foi o diclosulam.

Aos 42 DAA, constata-se que os tratamentos que proporcionaram valores inferiores aos encontrados na testemunha para a cultivar CTC14 foram o clomazone, diclosulam e metribuzin. Na cultivar CTC7, o diclosulam não proporcionou diferenças significativas com relação ao diuron + hexazinone e a testemunha, porém, quando comparado aos demais herbicidas, proporcionou resultados inferiores. Para a RB966928, assim como aos 28 DAA, observa-se que o diclosulam interferiu negativamente no número de perfilhos, diferenciando-se negativamente dos demais herbicidas.

De maneira geral, observa-se que a intoxicação ocasionada pelos herbicidas às mudas pré-brotadas (Tabela 5) refletiu em menor número de perfilhos, visto que o

tratamento que causou os maiores sintomas de fitointoxicação (diclosulam) foi o que também proporcionou o menor número de perfilhos.

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes a condutância estomática (GS) das mudas pré-brotadas e os efeitos dos herbicidas e cultivares nesta avaliação.

Tabela 10. Valores médios de condutância estomática em diferentes períodos de avaliação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013.

Herbicidas	Dose (g ha ⁻¹)	Dias após aplicação							
		14	21	28	35	42	49	56	63
Efeito dos Herbicidas (H)									
S-met ¹	2640	-	391,8 a	368,8 ab	-	-	-	214,9 ab	-
clomazone	1000	-	245,3 ab	197,1 b	-	-	-	298,1 ab	-
sulfe ²	800	-	277,2 ab	489,9 a	-	-	-	203,8 ab	-
diclosulam	200	-	168,7 b	120,2 b	-	-	-	149,4 b	-
metribuzin	1920	-	295,9 ab	250,5 ab	-	-	-	350,6 a	-
diuron + hex ³	1170 + 330	-	289,3 ab	347,3 ab	-	-	-	341,7 a	-
S-met ¹ +sulfe ²	2640 + 800	-	268,7 ab	369,0 ab	-	-	-	326,3 a	-
testemunha	-	-	289,6 ab	330,4 ab	-	-	-	233,6 ab	-
Efeito das Cultivares (C)									
CTC14		-	-	-	-	157,9 a	-	312,7 a	-
CTC7		-	-	-	-	147,4 ab	-	215,8 b	-
RB966928		-	-	-	-	108,4 b	-	265,8 ab	-
Herbicidas (H)		1,4 ^{ns}	2,2 [*]	3,3 [*]	0,3 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,4 ^{ns}	3,9 [*]	1,8 ^{ns}
Cultivares (C)		1,6 ^{ns}	1,9 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,6 ^{ns}	4,0 [*]	0,4 ^{ns}	4,4 [*]	2,0 ^{ns}
H x C		1,6 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,3 ^{ns}	0,8 ^{ns}
C.V. %		46,4	44,5	61,9	60,1	45,8	56,2	42,8	74,3
d.m.s (H)		168,2	185,1	285,9	154,6	94,4	162,8	169,2	200,0
d.m.s (C)		78,6	86,5	133,6	72,4	44,1	76,1	79,1	93,5

¹S-metolachlor, ²sulfentrazone e ³hexazinone. ** Significativo ao nível de 1%. * Significativo ao nível de 5%. ^{ns} Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os herbicidas influenciaram significativamente a GS aos 21, 28 e 56 DAA. Aos 21 DAA o tratamento com diclosulam apresentou os menores valores de GS, e o tratamento com S-metolachlor os maiores, porém não diferiu estatisticamente da testemunha. Aos 28 DAA, o diclosulam continuou apresentando o menor valor de GS, porém, desta vez juntamente com o clomazone. O tratamento com maiores valores de GS foi o sulfentrazone. Nota-se novamente que nenhum tratamento apresentou diferenças significativas com relação a testemunha. Aos 56 DAA constata-se o diclosulam com os menores valores de GS, e, metribuzin, diuron +

hexazinone e S-metolachlor + sulfentrazone com os maiores. Seguindo os mesmos resultados anteriores, nenhum tratamento apresentou resultados estatisticamente diferentes com da testemunha.

Os efeitos das cultivares foram significativos aos 42 e 56 DAA. Aos 42 DAA a cultivar RB966928 obteve os menores valores de GS e a CTC14 os maiores. A CTC7 não apresentou diferenças significativas em comparação com as outras duas cultivares. Aos 56 DAA a cultivar CTC7 obteve os menores valores de GS e a CTC14 novamente os maiores. A cultivar RB966928 não apresentou diferenças significativas em comparação com as outras duas cultivares.

Ao término do experimento, aos 63 DAA, observa-se que não houve efeito significativo dos herbicidas, como também não houve efeito significativo das cultivares, para as médias observadas de GS.

A interação entre os herbicidas e as cultivares não influenciou significativamente a GS das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Em aplicações em pós-emergência da cana-de-açúcar, Ferreira *et al.*, (2005) observaram diferentes valores de GS na presença dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium ($18,5 \text{ g kg}^{-1}$) + ametryn ($731,5 \text{ g kg}^{-1}$), devido ao fechamento dos estômatos provocado pela ação dos herbicidas. Além disso, observaram diferentes respostas a um mesmo herbicida entre as cultivares, indicando que as cultivares apresentam diferentes níveis de suscetibilidade aos herbicidas. Tironi *et al.*, (2010), ao avaliar a atividade fotossintética de diversos cultivares de cana-planta, também constataram, após o tratamento com sulfentrazone (750 g ha^{-1}), que a atividade fotossintética e o acúmulo de matéria seca foram afetados negativamente pelo herbicida.

Soares *et al.*, (2011) em aplicações em pós-emergência não encontraram diferenças de GS significativas entre os herbicidas sulfentrazone (800 g ha^{-1}), clomazone (1100 g ha^{-1}) e a testemunha. Torres *et al.* (2012), ao avaliarem a influência de herbicidas nas características fisiológicas de três cultivares de cana-de-açúcar, constataram que a condutância estomática, assim como ora observado, também não foi alterada pelos herbicidas aplicados.

Considerando aplicações em pré-emergência, Faria *et al.*, (2013) avaliaram as características fisiológicas da cana-de-açúcar após aplicação de tebuthiuron, diuron, ametryn, e diuron + hexazinone nas cultivares RB867515 e SP813250 em

cana-planta. Os pesquisadores constataram que apenas o tebuthiuron e ametryn proporcionaram reduções na GS.

Como podemos observar, nem sempre a aplicação de herbicidas impacta na GS, variando conforme a relação dos herbicidas e cultivares, e, aplicações em pós-emergência tendem a afetar mais negativamente a GS do que aplicações em pré-emergência. Segundo Velini *et al.*, (2000), o nível de intoxicação das plantas de cana-de-açúcar é diferenciado, quando se compara a aplicação em pré-emergência e pós-emergência, pois nas aplicações em pós-emergência existe a presença de área foliar da cultura, que intercepta o herbicida, intoxicando-a mais rapidamente. Na aplicação em pré-emergência, o herbicida é aplicado diretamente no solo e o contato direto com a planta é o menor.

Portanto, pode não ter ocorrido efeito significativo dos tratamentos para a GS das plantas neste experimento devido a características intrínsecas de cada cultivar, características dos herbicidas e/ou pela modalidade de aplicação (pré-emergência), mesmo ocorrendo o contato da zona tratada com as raízes das mudas pré-brotadas.

Um outro fator a ser considerado são as condições hídricas e climáticas nas quais o estudo foi realizado. Como as mudas pré-brotadas eram irrigadas com frequência, não ocorreram déficits hídricos e, com isso, mesmo sofrendo alguma alteração fisiológica proporcionada pelos herbicidas, não ocorreram altas taxas de fechamento dos estômatos. Segundo Bergonci *et al.*, (2002) o potencial hídrico foliar diminui mais rapidamente frente à fração de água disponível no solo para as plantas.

Nos períodos em que houve efeito significativo para um dos fatores principais (21 e 28 DAA) ou ambos (56 DAA), foram justamente os períodos que também ocorreram as maiores temperaturas médias e menores U.R. do ar (Figura 3). Segundo Schulze *et al.*, (1987) e Tenhunen *et al.*, (1987), entre os fatores ambientais, a luz, a umidade do ar, a concentração de gás carbônico, o potencial de água da folha e a temperatura influem, significativamente, na condutância estomática.

Na tabela 11 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes ao acúmulo de matéria seca do sistema radicular (MSSR) e da matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas pré-brotadas e os efeitos dos herbicidas e cultivares sobre esta avaliação.

Tabela 11. Valores médios de massa seca (g) da parte aérea e sistema radicular aos 63 dias após a aplicação, obtidos no desdobramento dos graus de liberdade das principais variáveis analisadas. Pradópolis/SP, 2013.

Variáveis	Dose (g ha ⁻¹)	Massa seca (g)	
		Sistema radicular	Parte aérea
Efeito dos Herbicidas (H)			
S-metolachlor	2640	6,45 ab	9,82 a
clomazone	1000	6,51 ab	10,21 a
sulfentrazone	800	5,28 b	10,03 a
diclosulam	200	1,81 c	3,02 b
metribuzin	1920	5,67 ab	10,02 a
diuron + hexazinone	1170 + 330	6,77 ab	9,04 a
S-metolachlor sulfentrazone	+ 2640 + 800	7,20 ab	9,93 a
Testemunha	-	7,54 a	9,19 a
Efeito das Cultivares (C)			
CTC14		-	10,29 a
CTC7		-	9,15 ab
RB966928		-	7,20 b
F Herbicidas (H)		16,00 **	5,47 **
F Cultivares (C)		2,16 ^{ns}	5,75 *
F (HxC)		1,36 ^{ns}	0,91 ^{ns}
C.V. (%)		26,55	40,15
d.m.s. (H)		0,93	4,56
d.m.s. (C)		1,99	2,14

** Significativo ao nível de 1%. * Significativo ao nível de 5%. ^{ns} Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Os herbicidas influenciaram significativamente o acúmulo de MSSR e MSPA das mudas pré-brotadas aos 63 DAA. O tratamento com diclosulam seguido do tratamento com sulfentrazone proporcionaram reduções significativas no acúmulo de MSSR, mas apenas o tratamento com diclosulam proporcionou reduções significativas no acúmulo da MSPA. No entanto, as mudas tratadas com diclosulam apresentaram um acúmulo de massa seca no sistema radicular muito inferior ao observado pelo tratamento com sulfentrazone.

Soares *et al.*, (2011) com aplicação em pós-emergência de sulfentrazone (800 g ha⁻¹), clomazone (1100 g ha⁻¹) e diuron + hexazinone (1404 + 396 g ha⁻¹) constataram redução no acúmulo de MSSR e MSPA. Estes resultados proporcionados pelo clomazone e diuron + hexazinone não corroboram os ora registrados, possivelmente devido a modalidade de aplicação, diferença na dosagem e diferença de tolerância entre as cultivares estudadas.

Os efeitos das cultivares foram significativos para o acúmulo de MSPA aos 63 DAA, contudo, não foram significativos para o acúmulo de MSSR. Constata-se o maior acúmulo de MSPA na cultivar CTC14 e o menor na RB966928. Na cultivar CTC7 não foi observado diferença com relação as demais.

A interação entre os herbicidas e as cultivares não influenciou significativamente o acúmulo de MSSR e MSPA das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Na Figura 7 pode-se observar a diferença no acúmulo de MSSR e MSPA das MPBs da cultivar RB966928 tratadas com alguns dos tratamentos.



Figura 7. Parte aérea (PA) e sistema radicular (SR): (a) PA testemunha; (b) PA diclosulam; (c) SR da esquerda para direita: metribuzin e as 4 repetições do diclosulam e (d) SR da esquerda para a direita: clomazone, diclosulam, testemunha, diuron + hexazinone e sulfentrazone. Pradópolis/SP, 2013.

De maneira geral, observa-se que a intoxicação proporcionada pelos tratamentos com herbicidas (Tabela 5), às mudas pré-brotadas, refletiu na menor produção de MSPA e principalmente da MSSR. Galon *et al.*, (2009) também

constatarem relações entre maiores sintomas de fitointoxicação com menor produção MSPA, em um estudo sobre seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar.

Convém ressaltar que a maioria dos estudos citados, que obtiveram seletividade para os tratamentos avaliados, foram realizados com plantios convencionais através de estruturas vegetativas. O plantio de mudas pré-brotadas apresenta algumas particularidades que podem acarretar em danos à cultura.

Segundo Oliveira Junior (2014b), a seletividade de herbicidas sobre uma cultura agrícola é um processo dinâmico, relacionada com a interação de fatores ligados aos herbicidas e a tecnologia de aplicação (dose, formulação e localização espacial do herbicida em relação a planta); fatores ligados à planta (retenção e absorção diferencial, idade das plantas, cultivar, translocação diferencial e metabolismo diferencial); e ao uso de substâncias químicas denominadas de protetores ou "safeners" que protegem as plantas contra ação tóxica dos herbicidas. Para os herbicidas aplicados em pré-emergência das plantas daninhas e/ou da cultura, as características físico-químicas do solo e dos herbicidas, e a seletividade por posicionamento são os principais fatores responsáveis pela seletividade dos tratamentos sobre a cultura.

A primeira particularidade no manejo de herbicidas no plantio de MPBs, é a ausência da seletividade por posicionamento ou seletividade toponômica. Nos plantios de cana-de-açúcar convencionais por rebolos ocorre a seletividade por posicionamento, pois os rebolos são enterrados de 25 a 30 cm de profundidade, longe da zona tratada com os herbicidas, que se encontram nos primeiros 3 a 5 cm do solo. Caso ocorra a aplicação dos herbicidas em pré-plantio das MPBs e o plantio em sequência, as mudas ficarão localizadas diretamente na superfície tratada, e não mais abaixo dela. Além disso, as MPBs já chegam ao campo com um elevado número de raízes, que são a principal via de absorção dos herbicidas residuais.

A idade da cultura é uma outra particularidade que pode intensificar o efeito dos herbicidas nas MPBs, pois plantas mais jovens possuem uma quantidade menor de tecidos especializados, aumentando a translocação dos herbicidas no interior da planta (OLIVEIRA JUNIOR, 2014a).

Com relação as características físico-químicas do solo, que interagem com as moléculas dos herbicidas influenciando em sua adsorção, podemos citar o teor de matéria orgânica, textura e mineralogia, CTC, pH e teor de umidade. A terra utilizada como substrato neste experimento apresenta elevados valores destas características, contribuindo para maior adsorção das moléculas dos herbicidas e com isso menor disponibilidade das mesmas na solução do solo, logo, os herbicidas utilizados neste experimento podem proporcionar resultados diferentes em solos com diferentes características físicas e químicas.

As características físico-químicas dos herbicidas que interferem na adsorção afetando a seletividade sobre a cultura, são: solubilidade em água (S), coeficiente de distribuição do herbicida no solo e matéria orgânica (K_d, K_{oc}), coeficiente de partição octanol-água (k_{ow}) e a capacidade de dissociação eletrolítica (pk).

De acordo com Oliveira Junior (2014a), para os herbicidas que possuem pk igual a zero (não ionizáveis), o K_{ow} , K_{oc} e S são as características que mais impactam na adsorção das moléculas dos herbicidas. Além disso, eles possuem mais afinidade com a fração orgânica do que com a fração mineral do solo. Os herbicidas não ionizáveis utilizados neste experimento foram o S-metolachlor, clomazone e diuron + hexazinone, para todos com exceção da hexazinone, os valores de K_{ow} e K_{oc} favorecem uma maior sorção do herbicida, contribuindo para menores disponibilidades dos herbicidas na solução do solo e com isso diminuindo suas chances de serem absorvidos pelas mudas pré-brotadas. Para os herbicidas que possuem pk maior que zero (ionizáveis), além do K_{ow} , K_{oc} e S, o valor do pk e do pH do solo também exercem forte impacto na sorção das moléculas do herbicida. Estes herbicidas ionizáveis possuem mais afinidade com a fração mineral do que com a fração orgânica do solo. Os herbicidas ionizáveis utilizados neste experimento foram o diclosulam, sulfentrazone e metribuzin. Todos apresentam valores baixos de k_{oc} , e, em um pH em $CaCl_2 = 5,5$, são pouco adsorvidos, aumentando sua disponibilidade na solução do solo e com isso aumentando suas chances de serem absorvidos em grandes quantidades.

Além disso, os herbicidas diclosulam (herbicida mais fitotóxico no experimento) e o sulfentrazone (segundo herbicida mais fitotóxico) possivelmente não devem ser eficientemente metabolizados por estas cultivares. Especificamente

para o diclosulam, outros fatores podem ter intensificado seu efeito nas cultivares, como sua alta eficiência de translocação dentro da planta (translocação via xilema/floema) e por não ter que percorrer longas distâncias dentro da planta para atingir seu sítio de ação.

Levando-se em consideração todos os fatores impactantes na seletividade, podemos concluir que possivelmente os tratamentos com S-metolachlor, clomazone e diuron + hexazinone foram seletivos principalmente devido as suas características físico-químicas que favorecem uma maior adsorção aos colóides do solo e com isso menores chances de serem absorvidos em grandes quantidades, e/ou a fatores ligados a planta (absorção diferenciada, translocação diferenciada e metabolização).

Já para o tratamento com metribuzin, a seletividade deve ter sido influenciada mais pelos fatores relacionados a planta, pois suas características físico-químicas favorecem uma maior disponibilidade na solução do solo, e com isso, aumenta suas chances de ser absorvido em grandes quantidades.

É importante ressaltar que este estudo gerou resultados importantes sobre a seletividade de herbicidas em mudas pré-brotadas de três cultivares de cana-de-açúcar. Contudo, como foi um experimento conduzido em vasos, faz-se necessário refazê-lo a campo, avaliando parâmetros produtivos e tecnológicos, para a confirmação dos resultados obtidos.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o estudo foi conduzido pode-se concluir que:

- O herbicida diclosulam mostrou-se menos seletivo às cultivares de cana-de-açúcar plantadas com mudas pré-brotadas, seguido do sulfentrazone.
- Os herbicidas S-metolachlor, clomazone, metribuzin, diuron + hexazinone e S-metolachlor + sulfentrazone mostraram-se seletivos as cultivares de cana-de-açúcar plantadas com mudas pré-brotadas
- A cultivar CTC14 apresentou-se visualmente menos tolerante aos herbicidas diclosulam e sulfentrazone que as cultivares RB966928 e CTC7.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.C. **Bicudo da cana-de-açúcar**. Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba: 2005. p.1-3. (Boletim Técnico C.T.C.)

ARÉVALO, R. A. **Mato ecologia da cana-de-açúcar**. São Paulo: Ciba-Geigy, 1979. 16 p.

ARÉVALO, R. A.; CERRIZUELA, E.; ALOJEA, I. L. Recent advances in weed competition studies in sugarcane in Argentina. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., 1977, São Paulo. **Proceedings...**

ARÉVALO, R. A.; BERTONCINI, E. I.; CASAGRANDE, A. A.; PERESSIN, V. A. **Eficiência dos herbicidas para o manejo das principais espécies de plantas daninhas da cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 1998. p. 12-18. (Documentos, 63).

AZANIA, C. A. M. **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 2004. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2004.

AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M. C. M. D.; PITELLI, R. A. Interferência da palha da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulácea. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.

AZANIA, C.A.M.; ROLIM, J.C.; AZANIA, A.A. de P.M. Plantas Daninhas. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONSELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. cap. 22.p. 465-490.

AZZI, G. M.; FERNANDES, J. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 3, p. 9-19, 1968.

BARELA, J. F. **Seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) afetada pela interação com nematicidas aplicados no plantio**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BAYER. Weed control in Brazilian sugarcane cultivation: sencor - an attractive alternative. **Courier Agrochemistry**, n. 1, p. 10-11, 2000. Disponível em: <[http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/cscms.nsf/id/SenBra_Agro/\\$file/sencor_brazil.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/cscms.nsf/id/SenBra_Agro/$file/sencor_brazil.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BERGONCI, J. I.; PEREIRA, P. G. Comportamento do potencial da água na folha e da condutância estomática do milho em função da fração de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 229-235, 2002.

BLACO, G. H.; OLIVEIRA, A. D.; COLETI, J. T. Competição entre plantas daninhas e a 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.

CARDOSO, L. A. **Seletividade do herbicida topramezone isolado e em mistura em cultivares de cana-de-açúcar**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CARVALHO, J. C. Mecanismo de ação dos herbicidas e sua relação com a resistência a herbicidas. In: CHRISTOFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.;

CARVALHO, J. C. **Aspectos de resistências de plantas daninhas a herbicidas**. 2. ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2004. p. 22-44.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep, 1991. 157 p.

CATANEO, A.C.; CARVALHO, J.C. **Desintoxicação de herbicidas pelas plantas: transformação química e compartimentalização vacuolar**. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo fundo: Embrapa Trigo, 2008. 78 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; ZAMBON, S.; BIAZOTTO, I. L. Avaliação do herbicida isoxaflutole aplicado isolado ou em mistura de tanque no controle pré-emergente de plantas daninhas em soqueira de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p. 255.

CHRISTOFFOLETI, J.C.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P. Capim-colchão na cana: os danos causados pela infestação do capim-colchão (*Digitaria* spp.) nos canaviais e as recomendações para controlá-lo. **IDEA News**, ano 5, n.55, p.30-32, 2005.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; BORGES, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; MONQUERO, P. A. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. e *Commelina benghalensis* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000100011>>.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas**. Disponível em: <<http://www.ppi-far.org/Anais%20Jacob%.com.br>>. Acesso em: 18 out. 2009.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas**. Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/e5595a4efa1a6821032570d8004576de/\\$FILE/Anais%20Jacob%20Christofoletti.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/e5595a4efa1a6821032570d8004576de/$FILE/Anais%20Jacob%20Christofoletti.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2014.

CLEMENT, A. A.; LAMMEL, J. S.; BARBOSA, J. C. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com hexazinone e suas misturas com diuron, em pré-emergência. **Planta Daninha**, Campinas, v. 2, p. 85-88, 1979.

CONSTANTIN, J.; MACIEL, C. D. G.; CONTIERO, R. L. Seletividade e eficiência do diclosulam, no controle de *Brachiaria plantaginea* e *Ipomoea grandifolia* na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz de Iguaçu: SBCPD, 2000. p.302.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. **Variedades CTC**. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/variedades2013WEB3.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

DIAS, A. C.; DEBNATH, A.; MUKHERJEE, D. Effect of the herbicides oxadiazon and oxyfluorfen on phosphates solubilizing microorganisms and their persistence in rice fields. **Chemosphere**, v. 53, n. 3, p. 217-221, 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; JACON, J. J. Efeito da Interação entre nematicidas e herbicidas em cana-de-açúcar. **Nematologia brasileira**, vol. 25, n°2, p. 197-203, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

FARIA, A. T.; SARAIVA, D. T.; PEREIRA, A. M. Atividade fisiológica da cana-de-açúcar após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 171-178, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v12i2.218>>.

FERREIRA, R. V. **Uso da análise multivariada para caracterização de comunidades infestantes em cana-soca**. 2009. 50 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2009.

FERREIRA, R. R.; OLIVEIRA, F. T. R.; DELITE, F. S. Tolerância diferencial de cultivares de cana-de-açúcar a estresse por herbicidas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 395-404, 2010.

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>>.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; BARBOSA, M. H. P.; REIS, M. R.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FRANÇA, A. C.; TIRONE, S. P. Influência de herbicidas na qualidade da matéria-prima de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 555-562, 2009.

HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 9, n. 3, p. 419-426, 2001..

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. IEA. **Defensivos agrícolas**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/defensivos.aspx>>. Acesso em: 07 jun. 2014.

KARAM, D. **Características do herbicida S-metolachlor nas culturas de milho e sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2003. p. 65-67. (Circular Técnica, 36).

KLINGMAN, G. G.; ASHTON, F. M. **Weed science: principles and practices**. 4th. Ed. New York: Wiley, 1975. 688 p.

KUVA, M. A. **Efeitos de períodos de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum sp*) no Estado de São Paulo**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

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.; 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.

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.

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; BRANCALIÃO, 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). Disponível em:<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/Doc%20109_online.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2014.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: COOPERSUCAR, 1988. p. 281-301.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. In: ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA-DE-AÇÚCAR, 4., 1995, Recife. **Anais...**

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000a. 333 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000b. 379 p.

LUCIO, F. R.; BALDAN JR, E.; TOFOLI, G. R. Eficiência agronômica e seletividade do herbicida coact® em cana-de-açúcar. In: CBCPD - CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande, MS / Área 8 - Manejo integrado de plantas daninhas em culturas extrativas, 2012.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em:<http://www.extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_const.com.br>. Acesso em: 07 ago. 2014.

MARTINS, D.; VELINI, E. D.; MARTINS, C. C.; SOUZA, L. S. de. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.

MARTINS, D.; VELINI, E. D.; NEGLISOLE, E.; MARCHI, S. R.; SILVA, J. R. V. Seletividade do diclosulam. aplicado em pré-emergência e pós-emergência em diversas cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 77-85, 2005.

MENDONÇA, H.F.; SEGATO, S.V. Mudanças pré brotadas: desempenho inicial de dez variedades de cana-de-açúcar. **Nucleus**, Ituverava, v. 11, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1308/1503>>

MEROTO, A.; FISCHER, A. L. Absorção e translocação de herbicidas nas plantas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 89-104.

MILLER, D. K.; RICHARD JR, E. P.; GRIFFIN, J. L. Sugarcane (*Saccharum* spp.Hybrids) response to simulate fallow field residues of metribuzin and sulfometuron. **Weed Technology**, Lakewood, v. 12, p. 454-457, 1998.

MORELAND, D. E. Mechanisms of action of herbicides. **Annual Plant Physiology**, Chicago, v. 31, p. 597-638, 1980.

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

NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M. R.; PERIM, L. **Comportamento de herbicidas aplicados em palha de cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep, 2010.

OBARA, F. E. B. **Atributos do solo, presença de palha e estágio de desenvolvimento da cana-de-açúcar na aplicação, afetando a eficácia e seletividade dos herbicidas imazapic e imazapyr**. 2014. Dissertação (Mestrado

em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

OLIVEIRA, M. F. de. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JR, R. S. de; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001b. p. 207-260.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Mecanismos de ação de herbicidas**. cap. 7, p.1-36. Disponível em:<http://www.dag.uem.br/napd/disciplinas/atualizacao/graduacao/cien_plan_dan/cap_7.pdf.com.br>. Acesso em: 18 aug. 2014a.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. cap. 10, p. 243-262. Disponível em: <<http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-cap10.pdf>>. Acesso em: 12 aug. 2014b.

OLIVEIRA JR., R. B.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362 p.

ORTOLAM, M.A.; SEGATO, S.V. Massa seca de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar em tubete em função da dose do adubo foliar. **Nucleus**, Ituverava, v. 11, n. 2, 2014.

Disponível em:<<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1311/1506>>.

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.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 23, p. 16-27, 1985.

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.

PRECETTI, A. A. C.; ARRIGONI, E. B. Aspectos bioecológicos e controle do besouro *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleóptera, Curculionidae) em cana-de-açúcar. Piracicaba: Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 1990. p. 3-15. (Boletim Técnico COPERSUCAR).

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

RICHARD JR, E. P. Response do sugarcane (*Saccharum* sp.) cultivars to preemergence herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 3, p. 358-363, 1989.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar.** Disponível em: <<http://canaufv.com.br/catalogo/catalogo-2010.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINO JR, A. A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000500026>>.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 4. ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 6. ed. Londrina: IAPAR, 2011. 675 p.

ROLIM, J. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar ao herbicida tebuthiuron. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 2, n. 4, p. 20-24, 1984.

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

ROOWELL, D. L. **Soil science: methods and applications**. London: Longman Scientific Technical, 1994. 350 p.

SANDANIEL, C. R.; FERNANDEZ, L. B.; BARROSO, A. L. L. Controle de plantas daninhas em cana soca com herbicidas aplicados em pré-emergência. **Núcleos**, Ituverava, n. 1, p. 1-10, 2008.

SANTOS, G.; OLIVEIRA NETO, A. M.; ALONSO, D. G.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; CATISSI, F.; CASSINELLI, N. F. Influência da palha de cana-de-açúcar na eficácia e seletividade de herbicidas aplicados à cana-soca no período úmido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...**Ribeirão Preto: SBCPD, 2000. p. 1786-1789.

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.

SCHULZE, E. D.; TURNER, N. C.; GOLLAN, T.; SHACKEL, K. A. Stomatal responses to air humidity and to soil drought. In: ZEIGER, E.; FARQUHAR, G.;

COWAN, I. (Ed.). **Stomatal function**. Stanford: Stanford University Press, 1987. p. 311-321.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2003. 260 p.

SILVA, I. A. B.; KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 265-272, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000200008>>.

SOARES, R. O.; AZANIA, CARLOS ALBERTO MATHIAS, LORENZATO, CASSIA MORILHA, SCHIAVETTO, ANA REGINA, ZERA, FABRICIO SIMONE, AZANIA, ANDREA PADUA. Herbicidas de diferentes mecanismos de ação e a seletividade a cultivares de cana-de-açúcar. **Núcleo**, Ituverava, v. 8, n. 1, p. 337-350, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42 p.

SPADOTTO, C. A. **Uso de herbicidas no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas>>. Acesso em: 10 out. 2014.

SQUASSONI, V. L. **Monitoramento da comunidade de plantas daninhas na cana-de-açúcar e da eficiência de controle químico por meio de técnicas de análise multivariada de dados**. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal/SP, 2012.

TENHUNEN, J. D.; PEARCY, R. W.; LARANCE, O. L. Diurnal variation in leaf conductance and gas exchange in natural environments. In: ZEIGER, E.;

FARQUHAR, G.; COWAN, I., (Ed.). **Stomatal function**. Stanford: Stanford University Press, 1987. p. 323-351.

TERRA, M. A. **Seletividade de diclosulam, trifloxysulfuron-sodium e ametryne a cultivares de cana-de-açúcar**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2003.

TORRES, L. G.; FERREIRA, E. A.; ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; GONÇALVES, V. A.; GALON, L.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A. Alterações nas características fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582012000300014>>.

ÚNICA – **União da Indústria de Cana de Açúcar**. Disponível em <<http://www.unica.com.br/unicadata/>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

VELINI, E. D.; MARTINS, D. **Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, 1998. 26 p. (Relatório Técnico).

VELINI, E. D.; FREDERICO, L. A.; MORELLI, J. L.; KOJIMA, K. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência, sobre o crescimento e produtividade de soqueiras de nove cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., 1993, Águas de São Pedro - SP. **Anais...** p. 125-128.

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 ou pós-emergência, a dez cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 123-134, 2000.

VICTÓRIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 1, p. 32-37, 2004.

ZIMDAHL, R. C. **Fundamental of weed science**. San Diego: Academic Press, 1999. 556 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS UTILIZADOS NO ESTUDO.

Tabela 1A. Marca comercial, grupo químico, mecanismo de ação, pK_a , K_{OW} , K_{OC} , meia vida e dinâmica no solo dos herbicidas utilizados no estudo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Ingrediente ativo (i.a.)	Marca comercial	Grupo Químico	Mecanismo de ação	pK_a	Kow	Koc	Meia vida	Dinâmica no solo
S-metolachlor	Dual Gold (960 g/L)	cloroacetilínicas	Inibe a divisão celular	zero (não ionizável)	794 (muito lipofílico)	200 mL/g (moderada)	15-50 dias	Alta mobilidade, adsorção moderada e possibilidade de sofrer lixiviabilidade
clomazone	Gamit Star (800g/L)	isoxazolidinona	Inibidor da síntese de caroteno	zero (não ionizável)	350 (muito lipofílico)	300 mL/g (moderada)	sem informação	É adsorvido pelos colóides do solo e possui baixa mobilidade na maioria dos solos
sulfentrazone	Boral 500 SC (500 g/L)	triazolinonas	Inibidor da protox (PPO)	6,56	9,8 (mediamente lipofílico)	43 mL/g (fraca)	180 dias	Moderada mobilidade e baixa adsorção
diclosulam	Coact (840 g/kg)	triazolopirimidinas	Inibidor da ALS	4,09	log Kow = 1,42 (lipofílico)	90 mL/g (fraca)	sem informação	Baixa força de adsorção aos colóides de matéria orgânica e argila
metribuzin	Sencor 480 (480 g/L)	triazinonas	Inibe o fotossistema II	1,0 (base fraca)	44,7 (lipofílico)	60 mL/g (fraca)	30 a 60 dias	Moderada mente adsorvido em solos
diuron	Diuron Nortox 500 SC (500 g/L)	uréias substituídas	Inibe o fotossistema II	zero (não ionizável)	589 (muito lipofílico)	480 mL/g (moderada)	90 dias	Adsorvido pelos colóides de matéria orgânica e argila, por essa razão, pouco lixiviável
hexazinone	Broker 750 WG (750 g/kg)	triazinonas	Inibe o fotossistema II	zero (não ionizável)	sem informação	54 mL/g (fraca)	1 a 6 meses	Alta mobilidade no solo, e sofre lixiviação em todos os tipos de solo

APÊNDICE A - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS UTILIZADOS NO ESTUDO. CONTINUAÇÃO.

Tabela 2A. Dinâmica na planta, translocação, solubilidade em água, formulação, concentração e classe toxicológica dos herbicidas utilizados no estudo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Ingrediente ativo (i.a.)	Dinâmica na planta	Translocação	Solubilidade em água (S) (ppm)	Formulação e concentração	Classe toxicológica
S-metolachlor	Absorvido através do coleóptilo (gramíneas) e hipocótilo (dicotiledôneas)	Sistêmico via Xilema	488 mg/L (alta)	Concentrado emulsionável, 960 g/L	I
clomazone	Absorção radicular, pelo coleóptilo (gramíneas) e hipocótilo (dicotiledôneas)	Sistêmico via Xilema	1100 mg/L (muito alta)	Concentrado emulsionável, 800 g/L	III
sulfentrazone	Absorção principalmente radicular	Sistêmico via Xilema	110 mg/L (média)	Suspensão concentrada, 500 g/L	IV
diclosulam	Absorção pela raiz, radícula e pelo caulínulo	Sistêmico via Floema/Xilema	120 mg/L (média)	Granulado dispersível, 840 g/L	II
metribuzin	Absorção radicular com leve absorção foliar	Sistêmico via Xilema	1100 mg/L (muito alta)	Suspensão concentrada, 480 g/L	IV
diuron	radicular e, com menor intensidade, foliar.	Sistêmico via Xilema	42 mg/L (baixa)	Suspensão concentrada, 500 g/L	IV
hexazinone	radicular e foliar	Sistêmico via Xilema	33000 mg/L (extremamente alta)	Granulado dispersível, 750 g/Kg	I

APÊNDICE B - MOAGEM TOTAL BRASIL - SAFRAS 2012/2013 E 2013/2014

Tabela 3A. Moagem total por unidade da federação obtidas nas safras 2013/2013 e 2013/2014 em todos Estados produtores de cana-açúcar do Brasil (UNICA, 2014).

Estado/Safra	2012/2013	2013/2014	%
Acre	70	89	0,01%
Alagoas	23.460	21.638	3,31%
Amazonas	266	269	0,04%
Bahia	3.084	3.206	0,49%
Ceará	57	129	0,02%
Espírito Santo	3.519	3.770	0,58%
Goiás	52.727	62.018	9,49%
Maranhão	2.072	2.206	0,34%
Mato Grosso	16.319	16.989	2,60%
Mato Grosso do Sul	37.330	41.496	6,35%
Minas Gerais	51.759	61.042	9,34%
Pará	695	819	0,13%
Paraíba	5.293	5.150	0,79%
Paraná	39.726	42.216	6,46%
Pernambuco	13.574	15.070	2,31%
Piauí	828	851	0,13%
Rio de Janeiro	1.422	2.008	0,31%
Rio Grande do Norte	2.248	2.158	0,33%
Rio Grande do Sul	33	73	0,01%
Rondônia	125	188	0,03%
Santa Catarina	0	0	0,00%
São Paulo	329.923	367.450	56,23%
Sergipe	2.148	2.275	0,35%
Tocantins	1.800	2.334	0,36%
Região Centro-Sul	532.758	597.061	91,37%
Região Norte-Nordeste	55.720	56.383	8,63%
Brasil	588.478	653.444	