

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**

**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SELETIVIDADE DE TRATAMENTOS HERBICIDAS EM  
MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR CTC14**

**Mirela Peroni Garcia**

Engenheira Agrônoma

**2016**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**

**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SELETIVIDADE DE TRATAMENTOS HERBICIDAS EM  
MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR CTC14**

**Mirela Peroni Garcia**

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves**

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)

**2016**

Garcia, Mirela Peroni  
G216s Seletividade de tratamentos herbicidas em mudas pré-brotadas de  
cana-de-açúcar CTC14 / Mirela Peroni Garcia. -- Jaboticabal, 2016  
vi, 43 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016  
Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves  
Banca examinadora: Mariluce Pascoina Nepomuceno, Marcos  
Antonio Kuva  
Bibliografia

1. *Saccharum spp.* 2. Fitointoxicação. 3. Produtos seletivos. 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 TRATAMENTOS HERBICIDAS EM MUDAS PRÉ-BROTADAS  
DE CANA-DE-AÇÚCAR CTC14

**AUTORA: MIRELA PERONI GARCIA**

**ORIENTADOR: PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA  
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES  
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pesquisador Dr. MARCOS ANTONIO KUVA  
HERBAE Consultoria e Projetos Agrícolas / Jaboticabal/SP



Pós-doutoranda MARILUCE PASCOINA NEPOMUCENO  
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de novembro de 2016.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MIRELA PERONI GARCIA** – nasceu em Olímpia-SP no dia 2 de novembro de 1990, filha de Brasilino Alves Garcia Neto e Lenise Bruniera Peroni Garcia, irmã de Luís Otávio Peroni Garcia e Fábio Augusto Peroni Garcia. Em 2009, ingressou no curso de Agronomia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. Durante toda a graduação realizou estágios na área de cana-de-açúcar, tanto internamente no Departamento de Tecnologia da FCAV, como também no IAC – Centro de Cana – Ribeirão Preto-SP, estagiando nos períodos de férias. Ainda na graduação, trabalhou 4 anos como integrante da CAPjr (Empresa Júnior de Consultoria), atuando como membro da equipe do Ano Agrícola, trainee e diretora de Projetos da Agronomia. Também fez parte do GIEU (Grupo Integração Empresa Universidade) como representante da comissão de eventos. Em 2013 realizou estágio no SRA – Sugar Research Australia, na cidade de Brisbane - Austrália, durante 6 meses trabalhando com fisiologia de cana-de-açúcar e seu estágio obrigatório de conclusão de curso foi realizado na Usina São Martinho em Pradópolis-SP na área de Controle de Plantas Daninhas. Ao final do estágio obrigatório, ingressou como trainee na mesma unidade atuando na área de Plantio e no mesmo período iniciou seu curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. Atualmente, atua na Usina São Martinho na área do Plantio, como Suporte Técnico.

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Brasilino Alves Garcia Neto e Lenise Bruniera Peroni Garcia, por serem exemplos para minha vida de caráter, bondade e sabedoria, pelo amor e apoio dados em todos momentos de minha vida.

Aos meus irmãos Luís Otávio e Fábio, pelo carinho e companheirismo e por estarem sempre ao meu lado me dando forças.

Ao meu noivo Marcos A. P. Gomes pela compreensão, carinho, amizade e acima de tudo companheirismo em todos os momentos.

E a todos que de alguma forma fizeram parte desse trabalho e me auxiliaram para conclusão de mais essa fase de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade da vida, por me iluminar e guiar ao longo do curso e da vida.

Aos meus pais, Brasilino Alves Garcia Neto e Lenise Bruniera Peroni Garcia por acreditarem no meu potencial e me darem forças para enfrentar qualquer obstáculo em minha vida. Aos meus queridos irmãos Luis Otávio P. Garcia e Fábio Augusto P. Garcia, pela fiel amizade e momentos de alegria. A todos da minha grande família que tanto amo, em especial ao Sr. Luiz Peroni (*in memoriam*), que guardo comigo a saudade e seu sorriso sincero.

Ao meu noivo Marcos Agostinho Petean Gomes pelo carinho, companheirismo e incentivo em todos os momentos. Pelos conselhos e paciência nas horas em que mais precisei.

Ao meu orientador, Professor Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pelo apoio à realização deste trabalho. Agradeço a confiança, compreensão e oportunidade de muito aprender com a sabedoria que lhe pertence.

Aos pós-graduandos do LAPDA – Laboratório de Plantas Daninhas, pelo inestimável apoio prestados durante todo desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal, e em especial ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Aos membros da banca examinadora no Exame de Qualificação e na Defesa da dissertação, Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves, Dr<sup>a</sup> Mariluce Pascoina Nepomuceno, Dr. Marcos Antonio Kuva e Prof. Dr. Silvano Bianco, pela valiosa contribuição.

À Usina São Martinho pela oportunidade e apoio na realização do curso de Mestrado e abrindo portas para instalação de meu experimento. A todos os funcionários da Usina que de alguma forma fizeram parte desta fase.

Aos amigos Flávia Alves Marques da Silva e Leonardo José Petean Gomes pela amizade, companheirismo e apoio, prestados em todos os momentos.

E a todos amigos, que fazem parte de minha vida e esses saberão quem são quando aqui lerem.

## SUMÁRIO

	<b>página</b>
RESUMO.....	ii
ABSTRACT .....	iii
LISTA DE TABELAS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	vi
1.INTRODUÇÃO .....	1
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. A cultura da cana-de-açúcar .....	4
2.2. Sistema de multiplicação por Mudas Pré-Brotadas (MPB).....	4
2.3. Plantas daninhas na cana-de-açúcar .....	7
2.4. Controle de plantas-daninhas em MPB .....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1. Instalação e condução do estudo .....	15
3.2. Tratamentos e delineamento experimental .....	17
3.2.1. Características dos herbicidas utilizados.....	17
3.3. Aplicação dos herbicidas e plantio das mudas pré-brotadas.....	20
3.4. Características avaliadas .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS .....	38

## Seletividade de tratamentos herbicidas em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar CTC14

**RESUMO** - Um novo sistema de plantio de cana-de-açúcar, utilizando mudas-pré-brotadas (MPB) em substituição aos fragmentos de colmos de cana fundamenta a hipótese deste trabalho de que poderá haver intoxicação nas mudas pelos herbicidas que são aplicados em pré emergência da cultura no sistema tradicional. Portanto, objetivou-se neste estudo verificar a seletividade de tratamentos de herbicidas aplicados em pré-plantio da MPB de cana-de-açúcar. Foi realizado um experimento a campo, no delineamento em blocos casualizados, utilizando sete tratamentos (T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup>oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada) em 4 repetições, na cultivar CTC14. Após a sulcação, foi realizada a pulverização dos herbicidas e, após 24 horas, o plantio das mudas. No início do desenvolvimento das mudas todos os tratamentos com herbicida causaram fitointoxicação, mas com o crescimento e desenvolvimento das mudas os sintomas foram diminuindo, não havendo diferença de altura, diâmetro de colmos, número de folhas, eficiência quântica do FII (Fv/Fm) e matéria seca das plantas entre os tratamentos como, também, na produtividade e características tecnológicas dos colmos não houve diferença significativa. Todos os herbicidas utilizados foram seletivos às mudas de cana-de-açúcar no sistema MPB quando aplicados em pré-plantio.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp., fitointoxicação, produtos seletivos

## Selectivity of herbicides treatments in sugarcane pre-sprouted planting system

**ABSTRACT** - A new sugarcane planting system, using seedlings, pre-sprouted (MPB) to replace the cane stalks substantiates the hypothesis of this study that there might be intoxication the seedlings by herbicides that are sprayed in pre emergence of the crop in traditional system. Therefore, the aim of this work was to study the selectivity of herbicides treatments applied in pre-planting "MPB" sugarcane. An experiment in the field was conducted in a randomized block design, using seven treatments (T1: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920 g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: weeded control) in 4 replications in a commercial variety, CTC14. After furrow herbicides were sprayed and 24 hours after, planting the seedlings. Early in the development of seedlings all herbicide treatments showed phytotoxicity, but with the growth and development of culture the symptoms have diminished, with no height difference, stalk diameter, number of leaves, quantum efficiency of FII (Fv / Fm) and dry matter, between the treatments and in the harvest, there was no significant difference between the average productivity and technological characteristics to the stalks. All herbicides treatments were selective when applied in pre-planting to "MPB" system.

**Keywords:** *Saccharum* spp., phytointoxication, selective products

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da análise química de composto orgânico. ....	15
Tabela 2. Resultado da análise química de uma amostra composta do solo da área experimental.....	15
Tabela 3. Descrição dos tratamentos experimentais.....	17
Tabela 4. Condições edafoclimáticas no período da aplicação dos herbicidas a campo. ....	20
Tabela 5. Porcentagem de fitotoxicidade dos tratamentos com herbicidas aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após plantio (DAP), além da testemunha sem aplicação. ....	24
Tabela 6. Altura (cm) média do colmo principal em resposta aos tratamentos com herbicida aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas, além da testemunha sem aplicação e capinada.....	27
Tabela 7. Diâmetro (mm) médio do colmo principal (cm) das plantas em resposta aos tratamentos aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas.....	29
Tabela 8. Número médio de folhas do perfilho principal das plantas em resposta aos tratamentos aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas.....	30
Tabela 9. Número de perfilhos/touceira das plantas em resposta aos tratamentos com herbicida aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas pré-brotadas, além da testemunha capinada. ....	31
Tabela 10. Eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) das plantas aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas.....	33

Tabela 11. Área foliar (AF) (cm <sup>2</sup> ), matéria seca(g) de colmo com bainha (MS c+b) e matéria seca (g) de folhas (MSF) por touceira dos tratamentos aos 78 dias após plantio das mudas (DAP).....	34
Tabela 12. Efeitos dos tratamentos sobre a produtividade (M.1: Método 1, M.2: Método 2, para estimativa de produtividade) e análise tecnológica da cana-de-açúcar aos 15 meses após plantio.....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluvial (mm) no mês de fevereiro de 2016.....	16
Figura 2. Precipitação pluvial mensal acumulada durante o período do experimento, entre 2015 e 2016. ....	16
Figura 3. Mudanças de MPB 8 dias após o plantio .....	25
Figura 4. Mudanças de MPB aos 29 dias após o plantio .....	26
Figura 5. Mudanças de MPB 78 dias após o plantio .....	26
Figura 6. Altura (cm) do perfilho principal em função dos dias após o plantio (DAP). Cada símbolo (◇) representa o valor médio dos sete tratamentos em cada avaliação. TC: Taxa de Crescimento Absoluto.....	28

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e tem o desafio de atender a crescente demanda por etanol, açúcar e energia. Para isso, os canaviais precisam atingir excelentes produtividades e desde o início do cultivo da cana-de-açúcar novas tecnologias de manejo são desenvolvidas para que estas sejam alcançadas, gerando lucratividade no setor. Dentre as inovações tecnológicas, atualmente o setor tem se dedicado ao sistema de plantio, substituindo o uso de toletes, fragmentos de colmos, por mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Trata-se de um novo conceito de multiplicação da cana-de-açúcar, que consiste previamente no tratamento químico (geralmente com fungicidas e inseticidas) de “mini-rebolos” que são as gemas do tolete de cana. Esses mini-rebolos são plantados em tubetes contendo substrato e seu desenvolvimento ocorre em casas de vegetação e locais de aclimatação das mudas, para serem levadas a campo após aproximadamente 60 dias de desenvolvimento (LANDELL, 2014).

Para os pesquisadores da área, esse novo sistema de plantio contribui para uma excelente sanidade do canavial, redução da quantidade de matéria prima para o plantio, economias de transporte, pureza varietal, altos rendimentos, uniformidade de desenvolvimento do canavial e possibilidade de correção de falhas. Este sistema também contribui para aumentar a velocidade de introdução de novas cultivares além de reduzir a disseminação de pragas (principalmente *Sphenophorus levis*) e plantas daninhas (LANDELL, 2014).

Porém, ainda há alguns desafios no sistema de mudas-pré-brotadas. Um deles é a maior dependência hídrica no início do desenvolvimento em comparação com o plantio de toletes e a exigência de um excelente preparo do solo, para que não haja bolsões de ar que comprometam o crescimento radicular e desenvolvimento da muda.

Devido a essas mudanças no sistema de plantio da cana-de-açúcar, outras operações na cultura sofrerão mudanças e adequações, como é o caso do manejo de plantas daninhas. A presença dessas plantas pode interferir no processo produtivo da cana-de-açúcar, competindo pelos recursos do meio, liberando

substâncias alelopáticas, atuando como hospedeiro de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita (PITELLI, 1985), sendo o controle químico o método mais utilizado (MONQUERO et al., 2011).

Dentre os herbicidas usados no controle químico em cana-de-açúcar, os herbicidas seletivos são os mais utilizados. Entende-se por herbicidas seletivos os herbicidas capazes de eliminar plantas daninhas que se encontram presentes na cultura, aplicados nas doses recomendadas, sem reduzir a produtividade e qualidade do canavial (VELINI et al., 2000). No entanto, a fitointoxicação de cultivares de cana-de-açúcar decorrente do uso de herbicidas ocasiona, na maioria das vezes, redução da produtividade (FERREIRA et al., 2005).

A seletividade depende de vários fatores inter-relacionados, sendo estes nem sempre atribuídos somente ao herbicida (ALTERMAN; JONES, 2003). Esta seletividade pode estar ligada a fatores da própria espécie, fatores externos ou ambos no qual, os fatores de seletividade ligados à planta são classificados como morfológicos, anatômicos, fisiológicos e metabólicos. Já os fatores externos são climáticos, edáficos, físicos e de posicionamento do produto. (DEUBER, 2003)

Em cana-de-açúcar, o manejo dos herbicidas em pré-emergência, aplicados ao solo após o plantio dos toletes, não causa injúrias para a cultura da cana-de-açúcar, pois durante aproximadamente 30 dias da brotação das gemas, a planta vive de reservas de nutrientes contidas no tolete e parcialmente de suprimento de água e nutrientes proporcionado por radículas de fixação (CASTRO; KLUGE, 2001). Portanto, no plantio convencional, as plantas começam a absorver herbicidas contidos na solução do solo mais tardiamente em relação às mudas pré-brotadas. Além disso, os toletes são plantados ao solo em camadas mais profundas que as mudas pré-brotadas, iniciando seu desenvolvimento abaixo da camada tratada, absorvendo, assim, menores quantidades de herbicidas.

Por outro lado, as raízes das mudas pré-brotadas da cana, ao entrarem em contato com a solução do solo após o plantio, já estarão em plena taxa de absorção e poderão absorver maiores quantidades de herbicidas pré-emergentes aplicados anteriormente, acarretando em respostas diferenciadas de sensibilidade aos produtos, podendo resultar em fitointoxicações.

Há muitos outros aspectos que conferem seletividade a determinado herbicida, como posicionamento do sistema radicular, presença de bainhas, entre outros (DEUBER, 2003). Algumas espécies vegetais conseguem inativar moléculas de herbicida, o que está ligada ao fator metabólico de seletividade. Essa propriedade é chamada de “detoxificação” e pode ser realizada por meio de enzimas, reações químicas e ligações que inativam ou modificam os compostos (ALTERMAN; JONES, 2003).

No plantio tradicional o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar plantada por toletes é mais lento, absorvendo menores quantidades de herbicidas que podem ser metabolizados, levando à detoxificação da planta. Já no plantio das mudas pré-brotadas, essa quantidade de herbicida absorvida pode ser maior, devido ao maior volume de raízes e proximidade da área de maior concentração dos herbicidas no solo, levando à fitointoxicação

São escassas as informações sobre a seletividade de herbicidas pré-emergentes no plantio de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. Para um manejo adequado, é essencial o conhecimento do potencial de injúria que associações de herbicidas podem ocasionar à cultura. Devido a essas adequações no novo sistema de plantio de cana-de-açúcar, infere-se que poderá haver intoxicação das mudas pelos herbicidas com aplicação em pré-emergência usualmente empregados na cultura. Em função do exposto, objetivou-se estudar a seletividade de tratamentos de herbicidas em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (MPB) quando aplicados em pré-emergência das plantas daninhas e em pré-plantio das mudas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A cultura da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar apresenta grande importância no contexto econômico brasileiro devido ao seu elevado potencial tecnológico (LEITE et al., 2011). Além de ser matéria-prima para produção de açúcar e bebidas alcoólicas derivadas da destilação do caldo fermentado, é também matéria prima para produção de etanol, combustível limpo e renovável que pode substituir total ou parcial o uso de combustíveis fósseis oriundos do petróleo, contribuindo assim para a redução das taxas de lançamento de dióxido de carbono na atmosfera e suas consequências negativas no ambiente (DINARDO-MIRANDA, 2008).

De acordo com o levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, a produção total de cana-de-açúcar estimada para safra 2016/17 é de 690,98 milhões de toneladas (CONAB, 2016), espalhados em mais de 60% dos municípios brasileiros (IBGE, 2014).

A área total cultivada no setor sucroalcooleiro, na safra 2016/17, atingiu 9,07 milhões de hectares, um aumento de 4,8% em relação à anterior. A produção de açúcar deverá atingir 37,5 milhões de toneladas, 12% superior à safra 2015/16 (CONAB, 2016). Segundo a EPE – Empresa de Pesquisa Energética a produção de etanol deve se manter acima de 30 bilhões de litros (EPE, 2016).

Outro subproduto da cultura é a cogeração de energia elétrica a partir da queima do bagaço e da palha de cana-de-açúcar, em que o excedente de energia pode ser comercializado para as companhias elétricas (OLIVEIRA e NACHILUK, 2011).

Em todo seu ciclo de produção, a cultura da cana-de-açúcar demanda grande quantidade de mão-de-obra e insumos. Dentre os insumos utilizados, os herbicidas podem representar de 17 a 33% dos gastos totais de tratamentos na cultura (OLIVEIRA e NACHILUK, 2011).

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

O sistema de multiplicação de Mudas Pré-Brotadas (MPB) foi desenvolvido pelo Programa Cana IAC, inicialmente com a intenção de reduzir a quantidade de mudas necessária para a multiplicação de novas tecnologias varietais, com o objetivo de incorporação de ganhos produtivos. Neste sentido, este sistema permite a redução da quantidade de mudas utilizadas no plantio e um maior controle na qualidade fitossanitária, resultando em canaviais de excelente padrão clonal e, portanto, com maior homogeneidade (LANDELL, 2012).

Em um plantio convencional manual, com uso de toletes de cana, a quantidade utilizada de gemas varia entre 12 a 15 gemas  $m^{-1}$  no sulco (COLETI, 1987) totalizando um gasto com mudas na ordem de 8 a 12 t  $ha^{-1}$ ; já no plantio mecanizado de toletes, esse número pode ultrapassar 20 t  $ha^{-1}$  (LANDELL, 2012). No sistema de MPB são utilizados em média 2 gemas  $m^{-1}$ , reduzindo drasticamente a quantidade de matéria prima utilizada no plantio e o restante da área não mais utilizada como viveiro, poderá gerar receita se destinadas para moagem na indústria, resultando em ganhos diretos e indiretos para a cadeia produtiva canavieira (GOMES, 2013).

O uso de mudas sadias é de total importância para o estabelecimento de uma cultura. Por permanecer a campo por cinco ou mais anos após o plantio, este aspecto na cultura da cana-de-açúcar tem extrema relevância. As mudas destinadas ao plantio devem estar livres de pragas e doenças, pois estas influenciam negativamente a produtividade e devido ao seu manejo na cultura, aumentam os custos de produção (XAVIER et al., 2014.), além de reduzir a vida útil do canavial.

A disseminação de uma das principais pragas da cana-de-açúcar, o *Sphenophorus levis*, é por meio de toletes utilizados no plantio convencional. A capacidade de vôo dos adultos dessa praga é restrita e eles se deslocam muito lentamente; esse fato explica sua dispersão somente de um talhão para talhões vizinhos. Portanto, a dispersão da praga a médias e longas distâncias ocorre, provavelmente, por mudas retiradas de local infestado. Após o corte das mudas, a praga pode ser transportada tanto na forma de larvas e pupas presentes nas galerias dos primeiros entre-nós, quanto pelos adultos que ficam entre os colmos no

solo (DINARDO-MIRANDA, 2008). Essa praga pode ocasionar perdas de até 30 toneladas  $ha^{-1} ano^{-1}$  (ALMEIDA, 2005). Como as gemas são selecionadas e tratadas uma a uma no processo de produção de MPB, há um maior controle e redução da disseminação dessa praga.

A vantagem do controle fitossanitário dos viveiros que dará origem às mudas pré-brotadas é fornecer, além de mudas isentas de pragas e sementes de plantas daninhas, mudas isentas das principais doenças que atacam a cultura, como o carvão, a escaldadura, o mosaico e o raquitismo, que diminuem a vida útil dos canaviais, com prejuízos imprevisíveis (SANGUINO, 2007).

Outra vantagem do uso de MPB é no replantio de falhas em cana-planta ou cana-soca, com o objetivo de aumentar a longevidade do canavial, postergando a reforma, diluindo ainda mais os custos de implantação da cultura com o aumento do número de cortes do canavial. As mudas são utilizadas também no plantio de ruas de meiosi (método interrotacional ocorrendo simultaneamente), que consiste em implantar o viveiro primário de mudas dentro da área de plantio.

De acordo com Landell et al. (2014) além da sanidade das mudas para plantio, o risco de misturas varietais na instalação do canavial é menor, pois se tem o total controle da origem dos mini-rebolos para a formação das mudas.

Há algumas desvantagens do sistema de MPB em relação ao “pegamento”. As mudas são mais sensíveis à deficiência hídrica por possuírem menores reservas no tolete, mas são escassas as pesquisas na literatura que descrevam o desenvolvimento e estabelecimento de mudas pré-brotadas quando submetidas a diferentes lâminas de irrigação ou em condições de deficiência hídrica (ELIA, 2016).

De acordo com Elia (2016), no Estado de São Paulo a produção de cana-de-açúcar é na maioria das vezes manejada sem uso de irrigação (exceto as áreas que são realizadas fertirrigações utilizando resíduo industrial, no caso da vinhaça). O autor estudou diferentes quantidades de lâminas de irrigação em MPB e concluiu que após o plantio dessas mudas em época secas, é necessário o manejo de irrigação para garantir o “pegamento” das mudas, pois há uma menor fonte de reserva para sobreviver durante estes períodos de escassez hídrica, principalmente nos primeiros dias após plantio.

O processo de produção dessas mudas consiste na extração de colmosescentes originários de viveiros primários de cana-de-açúcar, com idades aproximadamente entre 6 e 10 meses. É de extrema importância que esses viveiros primários tenham acompanhamento fitossanitário para que as gemas que originarão as mudas estejam isentas de pragas e doenças. Desses colmos são extraídas as gemas por meio de guilhotinas, essas gemas recebem tratamentos à base de fungicidas, podendo também associar outros produtos como enraizadores (LANDELL et al., 2012).

As secções de gemas cortadas, os chamados mini-rebolos, são acondicionados em caixas de brotação por um período que pode variar entre 7 e 10 dias, mantidos em casa de vegetação com temperatura e irrigação controladas: 32°C e 8 mm dia<sup>-1</sup>. As gemas brotadas são transferidas individualmente para os tubetes e, as não brotadas, eliminadas do processo. Após essa etapa, as mudas são levadas para aclimação, que consiste em duas fases: fase 1, enviadas para casa de vegetação e fase 2, mantidas a pleno sol (LANDELL et al., 2012). A fase 1 caracteriza-se por progressiva exposição das mudas à luz num período de 21 dias, recebendo fertirrigação controlada e poda de folhas para estimular desenvolvimento radicular. Já na fase 2 de aclimação, as mudas são expostas a pleno sol, as irrigações reduzidas a 4,4 mm dia<sup>-1</sup> e as podas ocorrem com frequência semanal para finalizar o processo de produção, ciclo que totaliza aproximadamente 60 dias iniciando pelo corte dos mini-rebolos.

### **2.3. Plantas daninhas na cana-de-açúcar**

Além dos cuidados básicos que um canavial necessita, como um bom preparo de solo e adubação no plantio, outras práticas também devem ser realizadas de maneira efetiva para garantir um ótimo canavial, como é o caso do controle de plantas daninhas (SEGATO et al., 2006).

Segundo Lorenzi (2000a), planta daninha é qualquer planta que se desenvolve em local onde não é desejada, competindo com a cultura de interesse,

interferindo em seu desenvolvimento e produtividade final. Segundo Pitelli (1985), as plantas daninhas competem com a cultura por luz, água, espaço e nutrientes. Podem também atuar como hospedeiras de pragas e doenças que reduzem produtividade da cultura de interesse e também liberar substâncias alelopáticas.

O grau de interferência das plantas daninhas na cultura depende de diversos fatores relacionados à comunidade infestante, à própria cultura, à época e à duração do período de convivência (PITELLI, 1985; CONSTANTIN, 1993; KUVA et al., 2000).

Existem diversos trabalhos na literatura indicando que a presença de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar e a competição existente acarreta em perdas de produtividade do canavial. De acordo com Kuva et al. (2000) canaviais com predomínio de tiririca (*Cyperus rotundus*) tiveram produtividade reduzida em 20%. Já em canaviais com infestação de capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) a redução em produtividade chegou a 82% em relação à testemunha sem infestação. Em infestações com corda-de-viola (*Ipomoea hederifolia*), Silva et al. (2009) constataram reduções de produtividade na cana-de-açúcar na ordem dos 46%. Já a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) pode reduzir a produtividade do canavial em até 50% de acordo com Bressanin et al. (2016).

A interferência dessas plantas daninhas no canavial varia de acordo com o período de ocorrência no ciclo da cultura. Pitelli e Durigan (1984) estudaram esses períodos e os dividiram em: período total de prevenção à interferência (PTPI), período anterior à interferência (PAI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI).

O PAI é o período a partir da emergência ou semeadura em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outra característica sejam afetadas negativamente. O PTPI é o período, a partir da emergência ou semeadura, em que esta deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que sua produtividade não seja afetada negativamente. O PCPI corresponde aos limites máximos entre os dois períodos críticos citados anteriormente e se caracteriza pelo período durante o qual é imprescindível realizar o controle. De acordo com 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 (PITELLI;DURIGAN,1984)

De acordo com Blanco et al. (1981), o PCPI da cana-planta está compreendido entre o 18° até o 66° dia após a emergência da cultura, pois os autores quando controlaram as plantas daninhas nesse período obtiveram produção máxima.

As plantas daninhas de ocorrência mais freqüente na cultura da cana-de-açúcar são: *C. rotundus*, *I. hederifolia*, *I. nil*, outras espécies de convolvuláceas e Euphorbiaceas. (KUVA et al., 2006). Procópio et al. (2003) citam também espécies como: capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-braquiária (*U. decumbens*), capim-colchão (*Digitaria* spp.), capim-camalote (*Rottboellia conchichinenis*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), corda-de-viola (*I. spp.*), tiririca (*C. rotundus*) e picão-preto (*Bidens pilosa*).

Algumas espécies tem destaque em cana-de-açúcar, pois apresentaram adaptação ao sistema de “cana crua”. Com a ausência das queimadas para a colheita manual e o advento do plantio mecanizado de cana crua, a quantidade de palha deixada sobre o solo do canavial aumentou e espécies como mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), mamona (*Ricinus comunis*), bucha (*Luffa aegyptiaca*) e melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia*) não foram inibidas pela camada de palha – as sementes são eficientemente dispersadas na colheita (SQUASSONI, 2012).

Em trabalho realizado em cana-de-açúcar no sistema de colheita da cana crua, com manutenção da palha de cana na superfície do solo, Correia e Durigan (2004), constataram que houve redução na densidade populacional de *U. decumbens*, *Sida spinosa* e *D. horizontalis*. Porém, espécies como *I. grandifolia* e *I. hederifolia* tendem a manter-se como plantas-problema, enquanto *I. quamoclit* deverá aumentar a sua densidade populacional.

São diversas as espécies de plantas daninhas que ocorrem com mais freqüência na cana-de-açúcar e necessitam de controle para que não afetem a produtividade final da cultura. O controle feito de forma inadequada ou deficiente é imediatamente visível, refletindo em maior ou menor dano na qualidade ou quantidade de colmos. O controle químico realizado em uma cana-planta pode

representar 7% dos custos envolvidos para instalação de um canavial. Já para cana soca, esse custo varia de 6 a 9% (AGRIANUAL, 2012).

#### **2.4. Controle de plantas daninhas em MPB**

Existem diversos métodos para controle de plantas daninhas. O mais utilizado em cana-de-açúcar é o químico, que comparado a outros métodos possui menor custo e maior eficiência e praticidade (PEDRINHO et al., 2001).

Em cana-de-açúcar, existem diferentes modos de aplicação de herbicidas, por exemplo os aplicados em PPI- pré plantio incorporado ao solo, em pré emergência ou em pós-emergência da cultura. No sistema PPI, a aplicação é feita antes do plantio da cultura e é feita uma incorporação a uma profundidade de até 10 cm no perfil do solo; essa incorporação tem o objetivo de reduzir perdas por volatilização e fotodegradação do herbicida. No manejo em pré-emergência, a aplicação é feita logo após o plantio ou colheita da cultura, antes que haja emergência das daninhas e da cultura. Em pós-emergência, a aplicação é realizada após o plantio ou colheita e após a emergência da cultura (AZANIA; ROLIM; AZANIA, 2010).

Há também aplicações de herbicidas após a operação de “quebra-lombo”. Esta operação nivela o sulco de plantio, para que a colhedora possa cortar os colmos o mais próximo possível do solo. Após essa operação é comum a aplicação de herbicidas seletivos para cultura da cana, em pré ou em pós emergência das plantas daninhas.

A preferência de utilização entre os herbicidas são pelos seletivos, que são capazes de eliminar plantas daninhas que se encontram presentes na cultura, sem reduzir a produtividade e qualidade do canavial (VELINI et al., 2000).

A seletividade depende de muitos fatores interrelacionados, sendo estes fatores nem sempre atribuídos somente ao herbicida (ALTERMAN; JONES, 2003). Esta seletividade pode estar ligada a fatores da própria espécie, fatores externos ou ambos os casos (DEUBER, 2003). Segundo Deuber (2003), os fatores de seletividade ligados à planta são classificados como morfológicos, anatômicos,

fisiológicos e metabólicos. Já os fatores externos são climáticos, edáficos, físicos e de posicionamento.

O tamanho e a forma de partes da planta seria o aspecto morfológico. Por exemplo, o tamanho das sementes da espécie, quanto menores, maior será a quantidade de herbicida em contato com estas comparadas com sementes maiores. Com relação a idade das plantas, plantas mais jovens são em geral mais sensíveis à ação de herbicidas. Há muitos outros aspectos que conferem seletividade à determinado herbicida, como posicionamento do sistema radicular, presença de bainhas, etc. (DEUBER, 2003).

Fatores anatômicos dizem respeito à penetração e movimentação do herbicida na planta, como, por exemplo, a espessura da cutícula servindo de barreira a determinados herbicidas, quantidade de ceras, número de estômatos, presença de nós no caule, etc. Já os fisiológicos de seletividade se relacionam com estágio de crescimento, fenômenos de absorção e imobilização e atividade fisiológica da planta; por exemplo, seu vigor e estado nutricional no momento da aplicação (DEUBER, 2003).

Algumas espécies vegetais conseguem inativar moléculas de herbicida, essa característica está ligada ao fator metabólico de seletividade. Essa propriedade de inativar moléculas é chamada de “detoxificação” e pode ser realizada por meio de enzimas, reações químicas e ligações que inativam ou modificam os compostos (ALTERMAN; JONES, 2003).

De acordo com Rolim e Christoffoleti (1984), é provável que ocorra diferentes respostas quanto à tolerância de cada variedade em relação à aplicação de herbicidas específicos. O motivo se dá muitas vezes pelas cultivares apresentarem características morfológicas e fisiológicas distintas.

Em estudo com diferentes variedades, Silva (2010) conduziu experimento em ambiente protegido com as cultivares RB925345, RB855156, RB867515 e SP80-1816 e aplicação dos herbicidas tembotrione, MSMA, diuron + hexazinone, sulfentrazone, trifloxysulfuron-sodium, tebuthiuron e clomazone em pós-emergência. Nesse estudo, foi concluído 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, de forma

geral, foi mais tolerante a ação dos herbicidas avaliados, uma vez que, não teve o seu diâmetro de colmo e número de folhas influenciados pela utilização de nenhum dos produtos.

A seletividade que o trabalho trata em questão está relacionada não só ao posicionamento que se encontram as mudas em contato com o herbicida aplicado anteriormente ao plantio, mas pode também estar relacionada ao fator de seletividade por metabolização dessas moléculas. Antes, o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar plantada por toletes é mais lento, absorvendo menores quantidades de herbicidas que poderiam ser metabolizados, levando à detoxificação da planta. Já no momento do plantio da muda pré-brotada, essa quantidade absorvida pode ser maior, devido ao maior número de raízes no plantio, levando à fitointoxicação.

Há diversas pesquisas avaliando a seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar, no sistema tradicional de plantio de toletes. Barela (2005) concluiu que os herbicidas sulfentrazone ( $0,8 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$ ), clomazone ( $1,0 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$ ), metribuzin ( $1,44 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$ ) e diuron + hexazinone ( $1,066 \text{ kg i.a. ha}^{-1} + 0,134 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$ ) em pré-emergência da cultura foram seletivos, pois acarretaram em sintomas de intoxicação inicial, mas não resultaram em perdas significativas ao final do experimento.

Em estudo com aplicação em pré-emergência, Ferreira et al. (2010) também constataram que a aplicação de diuron + hexazinone ( $1170 + 330 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) em cana-soca cultivar RB835486 não proporcionou injúrias até os 100 dias após a aplicação, sendo considerada seletiva.

Contudo, tem-se notado no campo que herbicidas utilizados tradicionalmente no manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar intoxicam as mudas, principalmente se aplicados logo após transplântio (ROCHA NETO et al., 2015). Em estudo com o objetivo de avaliar a seletividade de herbicidas em MPB em solo de textura arenosa e argilosa, Rocha Neto et al. (2015) realizaram a aplicação em PPI dos herbicidas imazapyr ( $250, 500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) aos 60 dias antes do plantio (DAP); imazapic ( $133 \text{ e } 245 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) aos 45 DAP; trifluralin ( $2400 \text{ e } 3600 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) + pendimethalin ( $1250 \text{ e } 1750 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ), diclosulan ( $70,5 \text{ e } 105 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) + s-metolachlor ( $1440 \text{ e } 1920 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) e diclosulan ( $70,5 \text{ e } 105 \text{ g i.g. ha}^{-1}$ ) +

oxyfluorfen (720 e 1200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) aos 30 DAP; sulfentrazone (400 e 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>), amicarbazone (800 e 1400 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e tebuthiuron (800 e 1200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) aos 2 DAP e constataram nas MPBs leves sintomas de intoxicação (10 a 20%) e nenhum comprometimento sobre o conteúdo de clorofila e altura de plantas ao se comparar o tratamento testemunha com o imazapyr aos 60 DAP; imazapic aos 45 DAP; trifluralin+pendimethalin, diclosulan+smetolachlor e diclosulan+oxyfluorfen aos 30 DAP; sulfentrazone; amicarbazone e tebuthiuron aos 2 DAP em ambos os solos estudados, de textura argilosa e arenosa.

Em estudo a campo, Azania et al. (2016) avaliaram a intoxicação de MPB a aplicação dos herbicidas: imazapyr (500 g i.a. ha<sup>-1</sup>) aplicado com 60 dias de antecedência do plantio (DAP); imazapic (245 g i.a. ha<sup>-1</sup>) aos 45 DAP; aos 30 DAP as associações trifluralin (3600 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + pendimethalin (1750 g i.a. ha<sup>-1</sup>), diclosulan (105 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + s-metolachlor (1920 g i.a. ha<sup>-1</sup>), diclosulan (105 g i.a. ha<sup>-1</sup>) + oxyfluorfen (1200 g i.a. ha<sup>-1</sup>), aos 2 DAP os herbicidas sulfentrazone (800 g i.a. ha<sup>-1</sup>), amicarbazone (1400 g i.a. ha<sup>-1</sup>), tebuthiuron (1200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e metribuzin (1920 g i.a. ha<sup>-1</sup>) aos 2 DAP. Os pesquisadores concluíram que os herbicidas aplicados em pré-plantio e incorporados não prejudicaram o desenvolvimento inicial das MPBs, que apresentaram sintomas de intoxicação, teor de clorofila e altura similares as plantas do tratamento testemunha (sem herbicida) aos 50 dias após plantio.

Dias (2014) estudou o efeito dos herbicidas S-metolachlor (2640 g i.a. ha<sup>-1</sup>); clomazone (1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>); sulfentrazone (800 g i.a. ha<sup>-1</sup>); diclosulam (200 g i.a. ha<sup>-1</sup>); metribuzin (1920 g i.a. ha<sup>-1</sup>); diuron + hexazinone (1170 + 330 g i.a. ha<sup>-1</sup>); S-metolachlor + sulfentrazone (2640 + 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>) em três cultivares CTC14, CTC7 e RB966928 em vasos até 63 dias após o plantio. Segundo o pesquisador, o herbicida diclosulam foi menos seletivo às cultivares, seguido do sulfentrazone. Os herbicidas S-metolachlor, clomazone, metribuzin, diuron + hexazinone e S-metolachlor+ sulfentrazone foram seletivos à aplicação em pré-plantio da cultura. Em relação às três cultivares estudadas, a CTC14 apresentou visualmente ser menos tolerante à aplicação dos herbicidas diclosulam e sulfentrazone que as cultivares RB966928 e CTC7.

É essencial o conhecimento do potencial de injúria que cada herbicida pode ocasionar à cultura, para, assim, decidir qual melhor produto utilizar no manejo. Porém, ainda são recentes e escassas as informações sobre a seletividade de herbicidas aplicados no sistema de mudas de cana-de-açúcar.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Instalação e condução do estudo

O experimento foi desenvolvido a campo, no período de fevereiro de 2015 a junho de 2016, em fazenda experimental de usina da região de Ribeirão Preto - SP. O preparo da área foi realizado segundo os procedimentos da usina, que constaram da eliminação mecânica da soqueira anterior, correção da acidez do solo, subsolagem e manejo de adubação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultado da análise química do composto orgânico.

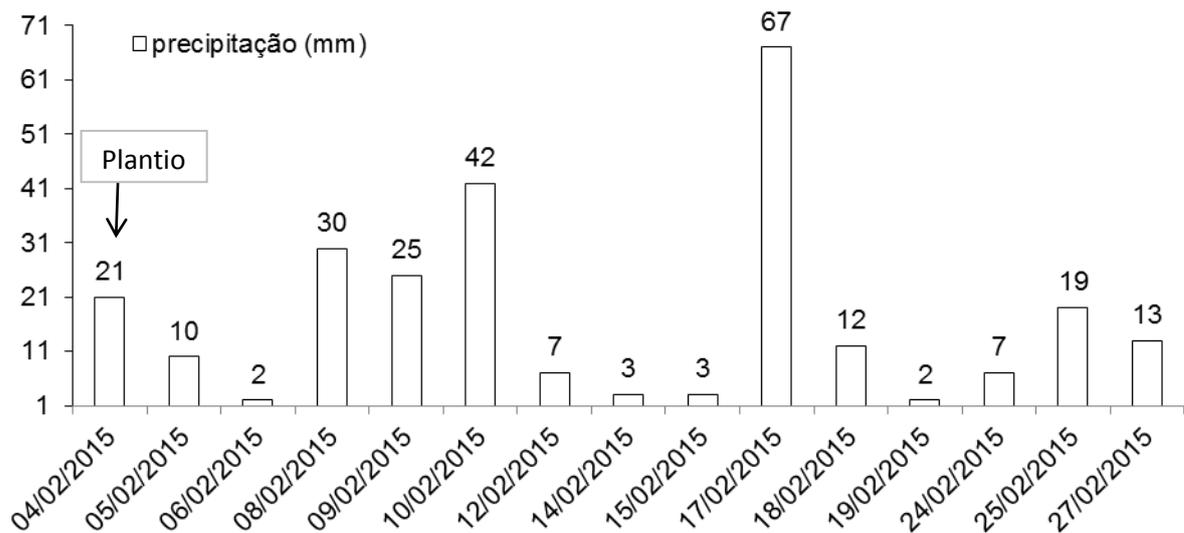
N	P <sub>2</sub> O <sup>5</sup>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
-----kg.ha <sup>-1</sup> -----				
112,82	157,83	109,06	1.084,04	531,54

Após os procedimentos de preparo de solo, foi realizada a sulcação da área experimental e, nessa ocasião, foi retirada uma amostra composta do solo (0-20 cm) que foi submetida à análise química e física de rotina. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), contendo 42% de argila, 19% de silte e 39% de areia, com o seguinte resultado da análise química (Tabela 2).

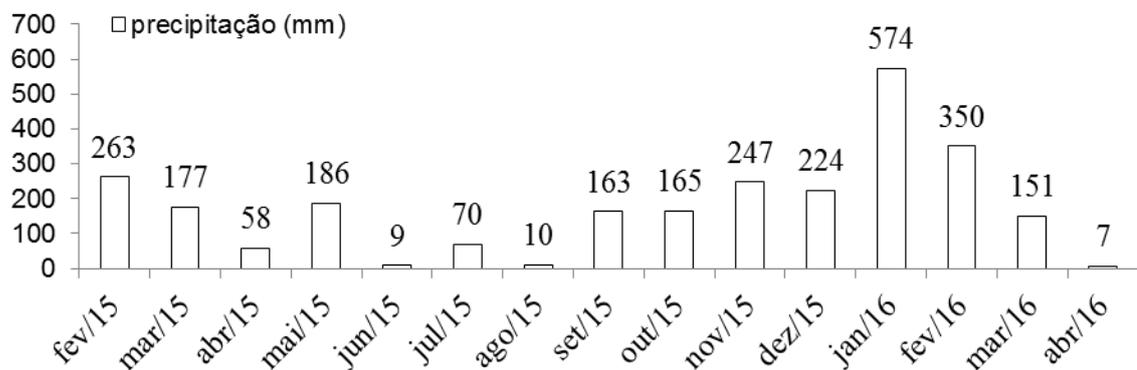
**Tabela 2.** Resultado da análise química de uma amostra composta do solo da área experimental.

pH CaCl <sub>2</sub>	Matéria Orgânica	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	V
	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				%
5,13	26,57	21,57	1,94	23,17	7,71	30,29	51,29

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média do mês mais quente superior a 22° C, e do mês mais frio, de 18° C (CEPAGRI, 2016). Os valores mensais de precipitação registrados no experimento estão descritos nas Figuras 1 e 2.



**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) no mês de fevereiro de 2015.



**Figura 2.** Precipitação pluvial mensal acumulada durante o período do experimento, entre 2015 e 2016.

### 3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Cada parcela experimental foi constituída por cinco linhas de 10 metros de comprimento e espaçadas 1,5 m entre si, totalizando 75 m<sup>2</sup>. Para as avaliações, em cada parcela foram descartadas a 1<sup>a</sup> e a 5<sup>a</sup> linha, como também 1 metro de cada uma das extremidades das três linhas centrais, consideradas como bordadura, totalizando 36 m<sup>2</sup> de área útil.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos em quatro repetições, conforme descritos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Descrição dos tratamentos experimentais.

TRAT Nº	Produto Comercial (p. c.)	Ingrediente ativo (i. a.)	dose (kg ou L p.c. ha <sup>-1</sup> )	dose (g i.a ha <sup>-1</sup> )
1	Goal	oxifluorfen	2,5	600
	Boral 500SC	sulfentrazone	1,5	750
2	Goal	oxifluorfen	3,0	720
	Atrazina Nortox 500SC	atrazina	5,0	2500
3	Combine 500SC	tebutiuron	2,2	1100
	Boral 500SC	sulfentrazone	1,5	750
4	Dual Gold	s-metolacloro	2,2	2112
	Boral 500SC	sulfentrazone	1,5	750
5	Gamit 360CS	clomazone	2,8	1008
	Atrazina Nortox 500SC	atrazina	5,0	2500
6	Gamit 360CS	clomazone	3,0	1080
	Boral 500SC	Sulfentrazone	1,5	750
7	-	testemunha	-	-
	-	capinada	-	-

#### 3.2.1. Características dos herbicidas utilizados

O ingrediente ativo oxyfluorfen pertence ao grupo químico dos difeniléteres e nome químico 2-chloro-a-,a,a-trifluoro-p-tolyl-3-ethoxy-4-nitrophenyl ether. É eficiente no controle de plantas daninhas gramíneas e de folhas largas, em aplicações pré-

emergência e pós-emergência inicial das plantas daninhas, indicado para culturas de algodão, arroz irrigado, café, cana-de-açúcar, citros, pinus e eucalipto (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A absorção do produto é preferencialmente pelas folhas e pouco translocado na planta. Seu mecanismo de ação é inibir a enzima protoporfirinogenio oxidase (PROTOX), que acarreta em peroxidação de lipídios e consequente destruição das membranas e morte das células. As plantas sensíveis desenvolvem clorose seguida de necroses nas folhas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). É fortemente adsorvido no solo e possui solubilidade em água (a 22°C e pH 7), 0,1 mg L<sup>-1</sup>, caracterizando-o como insolúvel (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O ingrediente ativo sulfentrazone pertence ao grupo químico das triazolinones 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. O produto é indicado para as culturas de abacaxi, café, cana-de-açúcar, fumo e soja. Pode ser utilizado em pós-plantio, pré-emergente em relação às plantas infestantes e à cultura da cana-de-açúcar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). As principais plantas daninhas controladas pelo sulfentrazone na cultura da cana-de-açúcar são: tiririca (*C. rotundus*), capim-braquiária (*U. decumbens*), capim-carrapicho (*C. echinatus*), capim-colchão (*D. horizontalis*), capim-colonião (sementes) (*P. maximum*), capim-marmelada (*B. plantaginea*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), beldroega (*Portulaca oleracea*), caruru (*Amaranthus viridis*), Erva-quente (*Spermacoce latifolia*), guanxuma-branca (*Sida glaziovii*), poaia-branca (*R. brasiliensis*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Quanto ao comportamento na planta, a absorção é principalmente radicular e seu mecanismo de ação e sintomatologia é a inibição da PROTOX (PPO). Plantas suscetíveis emergem do solo tratado com sulfentrazone, tornando-se necróticas, morrendo em seguida quando expostas à luz (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Possui moderada mobilidade e baixa adsorção no solo. Alta solubilidade em água (a 22°C e pH 7), 110mg L<sup>-1</sup> (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

A atrazina, ou atrazine, pertence ao grupo químico das triazinas e nome químico 6-cloro-N<sup>2</sup>-ethyl-N<sup>4</sup>-isopropyl-1,3,5-triazine-2-,4-diamine. É eficiente no controle de plantas daninhas anuais, em aplicações pré-emergência e pós-emergência inicial das plantas daninhas, indicado para culturas de cana-de-açúcar,

milho e sorgo. É indicada para controle das seguintes espécies: *P. oleracea*, *D. horizontalis*, *Cenchrus echinatus*, *B. plantaginea*, *E. indica*, *Aconthospermum hispidum*, *A. hybridus*, *S. rhombifolia*, *Richardia brasiliensis*, *Raphanus raphanistrum* (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A absorção do produto é via raiz e folhas e translocado pelo xilema. Seu mecanismo de ação é inibir a fotossíntese (fotossistema II). As plantas sensíveis desenvolvem clorose seguida de necroses nas folhas. É moderadamente adsorvido no solo e possui solubilidade em água (a 22°C e pH 7), 33 mg L<sup>-1</sup>, indicando baixa solubilidade na solução do solo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O tebutiuron pertence ao grupo químico das uréias substituídas e nome químico 1-(5-tert-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-1,3-dimethylurea. É um herbicida seletivo, recomendado para cana-de-açúcar em aplicações pré-emergência das plantas daninhas. A absorção do produto é preferencialmente radicular (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Seu mecanismo de ação é inibir o fotossistema II, atuando na membrana do cloroplasto, onde ocorre a fase luminosa, mais especificamente no transporte de elétrons. Possui limitada mobilidade na superfície do solo por ser fortemente adsorvido no solo e possuir solubilidade em água (a 22°C e pH 7), 1,25 mg L<sup>-1</sup>, caracterizando-o como pouco solúvel (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O ingrediente ativo S-metolachlor pertence ao grupo químico das cloroacetamidas e nome químico de mistura de 80-100% (aRS,1S)-2-chloro 6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acet-otoluidide e 20-0% (aRS,1R)-2-chloro-6' ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acet-o-toluidide (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). S-metolachlor é um produto seletivo, indicado para aplicação em pré-emergência das plantas daninhas e das culturas como algodão, cana-de-açúcar, feijão, milho e soja. Caracteriza-se pela ação graminicida acentuada, notadamente sobre as espécies anuais, com forte ação sobre a trapoeraba e algumas espécies de folhas largas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). O mecanismo de ação do S-metolachlor é a inibição da divisão celular. Ele inibe a biossíntese de diversos componentes da planta, tais como lipídios, proteínas, isoprenóides e flavonóides. É moderadamente adsorvido no solo e possui solubilidade em água (a 22°C e pH 7), 488 mg L<sup>-1</sup>, indicando alta solubilidade (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

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-one. O produto é seletivo condicional, recomendado para aplicação em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura. Registrado para as culturas de algodão, arroz, batata, cana-de-açúcar, fumo e mandioca. (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). É absorvido pelas raízes, coleóptilo das gramíneas e hipocótilo das dicotiledôneas. Possui uma translocação ascendente pelo xilema para as folhas, moderadamente adsorvido no solo e possui solubilidade em água (a 22°C e pH 7), 1100 mg L<sup>-1</sup>, indicando alta solubilidade (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).

### 3.3. Aplicação dos herbicidas e plantio das mudas pré-brotadas

Os herbicidas foram aplicados no dia 03 de fevereiro de 2015, com a utilização de um pulverizador costal, à pressão constante (mantida por CO<sub>2</sub> comprimido), equipado de barra com seis pontas de pulverização de jato plano leque XR110015, espaçados de 0,5 m, com consumo de calda equivalente a 150 L ha<sup>-1</sup>. As condições edafoclimáticas no momento das aplicações dos herbicidas encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4.** Condições edafoclimáticas no período da aplicação dos herbicidas a campo.

Elementos	Início da aplicação	Final da aplicação
Horário	10h30	12h00
Temperatura do ar	24,0°C	26,0°C
Temperatura do solo	21,0°C	22,4°C
Umidade do ar	63,0%	59,0%
Velocidade do vento	3,0 km/h	4,0 km/h

As mudas de cana-de-açúcar foram adquiridas no viveiro da usina. Após 24 horas da aplicação dos herbicidas, no dia 04 de fevereiro de 2015, as mudas foram transplantadas na área, com utilização de matracas, espaçadas 0,5 m no comprimento da linha. Foi utilizada a cultivar CTC14. De acordo com o Centro de Tecnologia Canavieira (2016), esta cultivar é tolerante à *Sphenophorus levis*, raramente floresce na região Centro-Sul e destaca-se pela longevidade de soqueiras. Têm porte ereto, boa colheitabilidade e boa tolerância à seca. Recomenda-se a colheita para o final da safra (julho a novembro), em ambiente de médio a alto potencial de produção (A, B e C). Essa cultivar foi escolhida para o estudo, pois se mostra mais sensível à aplicação de determinados herbicidas. De acordo com Dias (2014), tem sido observados problemas de fitointoxicação dessa cultivar em algumas unidades produtoras de cana-de-açúcar.

No decorrer do período experimental, foram realizadas todas as medidas necessárias para proporcionar o adequado crescimento das plantas e manter a sanidade da cultura, segundo os procedimentos adotados pela usina.

Como procedimento recomendado, para a avaliação da seletividade dos produtos, as parcelas foram mantidas livres da interferência das plantas daninhas, caso surgissem, por meio de capina manual, pois a presença de plantas daninhas convivendo com a cultura interfere na avaliação da seletividade (VELINI, 1995).

### **3.4. Características avaliadas**

Aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após plantio (DAP) foram realizadas avaliações visuais de fitointoxicação das mudas de cana-de-açúcar, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte da planta (FRANS et al., 1986) e nessas ocasiões, em seis plantas por parcela foi mensurado o diâmetro no terço inferior (com paquímetro digital) e a altura do perfilho principal, da base até última lígula aberta. Com os dados de altura, foi calculada a taxa de crescimento absoluto, segundo Benincasa (2004). Também foi determinado o número de perfilhos por touceira, o número de folhas do perfilho

principal e a eficiência quântica do fotossistema II (FSII)– Fv/Fm (fluorímetro Hansatech, mod. PEA), com taxa de fluxo de fótons de  $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Para avaliação da eficiência quântica do fotossistema II (FSII) foi utilizada a folha mais nova completamente expandida, pré-adaptada ao escuro com a utilização de pinças por 20 minutos antes das determinações.

Aos 78 DAP, foram amostradas, com avaliações destrutivas, duas plantas por parcela para a determinação da área foliar (LiCor, mod. LI 3100 A) e massa seca de folhas e colmos. A massa seca foi obtida após secagem dos materiais em estufa com circulação forçada de ar a  $70^{\circ}\text{C}$  até massa constante.

Ao término do período experimental, por ocasião da colheita, foi determinada a produtividade em 3 metros, dentro da área útil, representando seis touceiras de mudas pré-brotadas (MPB), excluindo-se brotos novos, o ponteiro e as folhas verdes e secas. Foi determinada a produtividade em cada parcela por duas maneiras: pesando-se amostras de touceiras colhidas nas áreas úteis e extrapolando os valores para toneladas por hectare (Método 1), e utilizando-se parâmetros biométricos (Método 2).

Para o Método 2, avaliou-se o número de colmos por metro, o comprimento de cinco colmos industrializáveis (medição do ponto de corte ao ponto de quebra do palmito) por touceira; o diâmetro de cinco colmos (utilizando-se de um paquímetro, medindo o terço médio inferior de cinco colmos industrializáveis por touceira). A partir destes dados, foi possível estimar a produtividade, expressa em toneladas de cana por hectare (TCH), utilizando-se a expressão matemática:  $TCH = D^2 \times C \times H \times (0,007854/E)$  em que: D= diâmetro de colmos (cm); C= número de colmos por metro linear; H= comprimento médio de colmos (cm); E= espaçamento entre sulcos (m) (Martins; Landell, 1995). Após a biometria, em cada parcela foi coletada uma amostra composta, de dez colmos, para determinação dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar através do método de Consecana-SP (2014): Brix ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), Pol (%), Pureza (%), Fibra ( $\text{kg t}^{-1}$ ) e ATR ( $\text{kg t}^{-1}$ ).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os efeitos dos tratamentos, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 encontram-se os resultados da análise de variância dos dados referentes as notas de intoxicação das mudas pré-brotadas. Nota-se que os tratamentos com oxifluorfen+sulfentrazone (1) e oxifluorfen+atrazina (2) apresentaram, aos 8, 15, 29 e 49 dias após plantio (DAP) as maiores notas, causando nas folhas das mudas manchas cloróticas e necroses. Possivelmente, esta elevada intoxicação observada esteja relacionada ao herbicida oxifluorfen, que possui seletividade por posicionamento e solubilidade praticamente nula, menor que 0,1 ppm (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Dada a imobilidade do produto (concentrando-se na faixa superficial do solo) e o modo de absorção foliar, a fitointoxicação pode ter ocorrido devido à respingos de água do solo às folhas em decorrências das chuvas (Figuras 1 e 2). Com o desenvolvimento da cultura, as novas folhas emitidas apresentaram pouco ou nenhum sintoma de intoxicação em todos tratamentos (Tabela 5). Negrissoli et al. (2004) trabalhando com oxifluorfen aplicado em pré-emergência obtiveram notas de fitointoxicação aos 27 e 40 dias após aplicação do herbicida de 13,75 e 15,00%, respectivamente, se assemelhando às notas obtidas neste estudo aos 29 e 49 DAP.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Velini et al. (2000), quando estudaram dez cultivares de cana-de-açúcar e aplicaram a mistura de oxifluorfen e ametrina, em pré e pós-emergência da cultura, acarretando em fitotoxicidade inicial (avermelhamento e necrose) e recuperação após o desenvolvimento da cultura, não afetando as características avaliadas como produtividade, altura e análise tecnológica.

Efeito semelhante ocorreu com os tratamentos 4 (s-metolaclor+sulfentrazone) e 6 (clomazone+sulfentrazone) que aos 78 DAP as plantas não apresentavam sinal de intoxicação (Tabela 5), não diferindo estatisticamente dos tratamentos 2 (oxifluorfen+atrazina) e 5 (clomazone+atrazina).

**Tabela 5.** Porcentagem de fitotoxicidade dos tratamentos com herbicidas aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após plantio (DAP), além da testemunha sem aplicação.

Trat.*	8 DAP	15 DAP	29 DAP	49 DAP	78 DAP
1	32,50 a <sup>(1)</sup>	27,50 ab	12,50 a	11,25 a	5,00 a
2	27,50ab	31,25 a	8,75 ab	11,25 a	3,75 ab
3	11,25 cd	13,75 cd	5,00 bc	10,00 ab	6,25 a
4	18,75 bc	11,25 d	7,50 ab	1,25 bc	0,00 b
5	16,25 bc	22,50 abc	5,00 bc	8,75 abc	2,50 ab
6	15,00 bc	18,75 bcd	3,75 bc	3,75 abc	0,00 b
7	0,00 d	0,00 e	0,00 c	0,00 c	0,00 b
F	14,50**	19,87**	7,10**	5,69**	9,10**
CV(%)	32,27	26,63	49,22	61,23	69,01
DMS	12,85	10,94	6,87	9,30	3,97

\*\* Significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ ; <sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ . \*Tratamentos: T1: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

O tratamento com aplicação de tebutiuron+sulfentrazone (3), aos 8 DAP foi o que apresentou menor toxicidade. Porém, aos 15 DAP e 49 DAP houve um aumento dessas notas em comparação com o período avaliado anteriormente, assim como o tratamento 5 (clomazone+atrazina). No entanto, aos 78 DAP, a toxicidade havia diminuído em ambos os tratamentos. A explicação para esse acontecimento pode ser devido ao alto volume de precipitações registradas nos dias posteriores a instalação do experimento (Figuras 1 e 2).

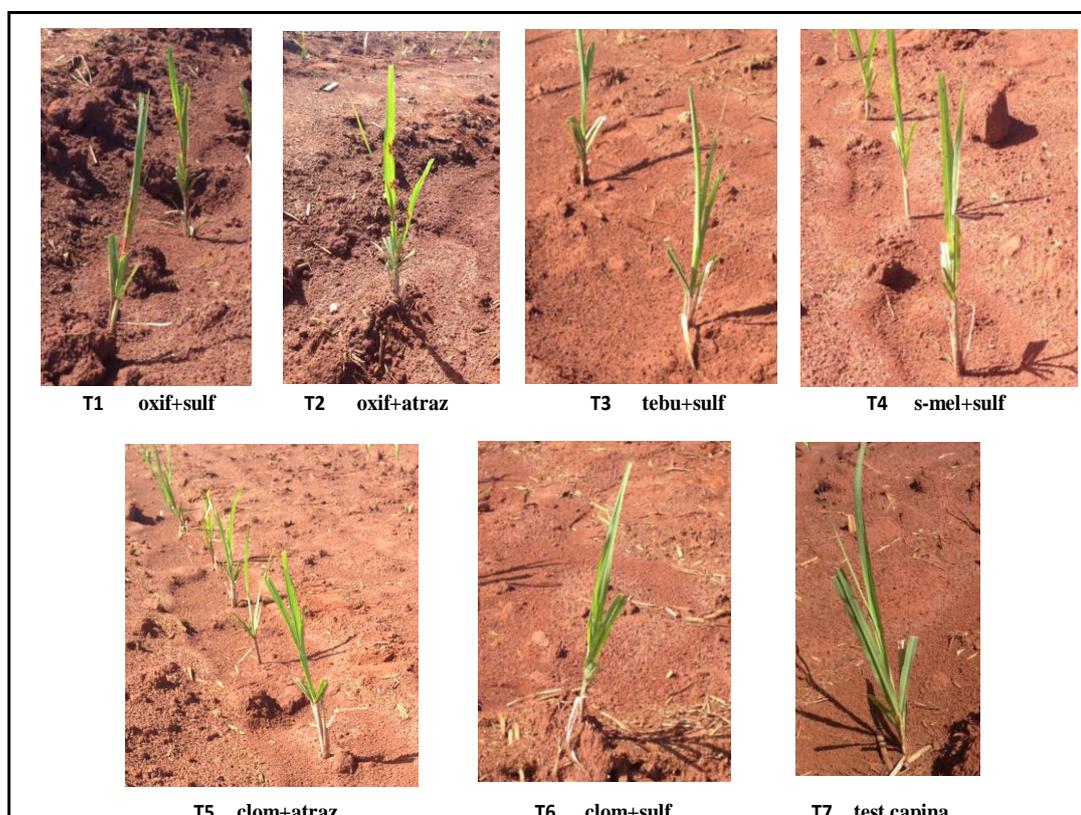
O herbicida sulfentrazone presente no tratamento 3 e o clomazone do tratamento 5 possuem média a alta solubilidade, respectivamente (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Essa característica aumenta a disponibilidade dos herbicidas na solução do solo e como o sistema de plantio foi com mudas pré-brotadas e este é

mais raso e com as mudas já apresentando raízes, as mesmas podem encontrar-se mais próximas à faixa tratada com os herbicidas, favorecendo a absorção.

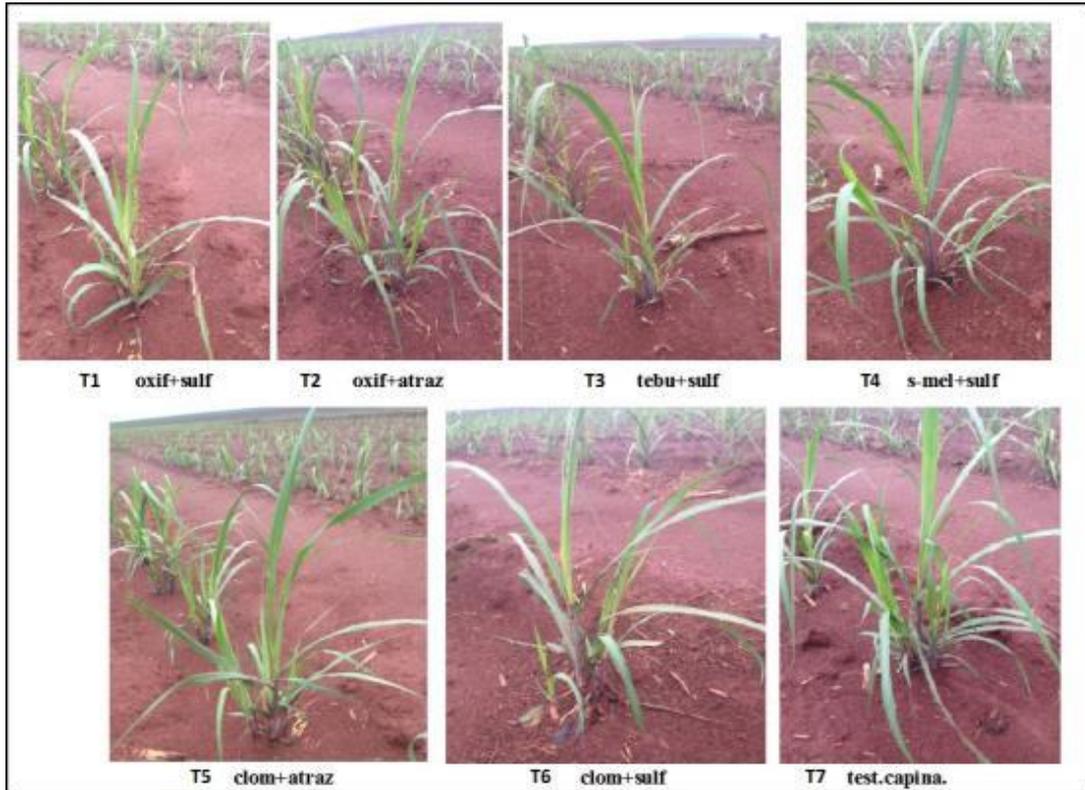
O tratamento 5 (clomazone+atrazina) apresentou baixas notas de fitotoxicidade nos períodos avaliados, podendo estar ligado à atrazina que apresenta maior seletividade na aplicação em pré e pós emergência da cultura da cana-de-açúcar, em comparação aos demais herbicidas avaliados (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Em trabalho com clomazone aplicado em pré-emergência da cultura da cana (plantada convencionalmente com toletes), Negrisoli et al. (2004) obtiveram valores de intoxicação bem abaixo dos encontrados nas primeiras avaliações. Aos 27 e 40 dias após a aplicação do herbicida, os autores deram nota 2,25% de intoxicação visual, semelhantes aos valores encontrados aos 78 DAP neste trabalho nos tratamentos com clomazone.

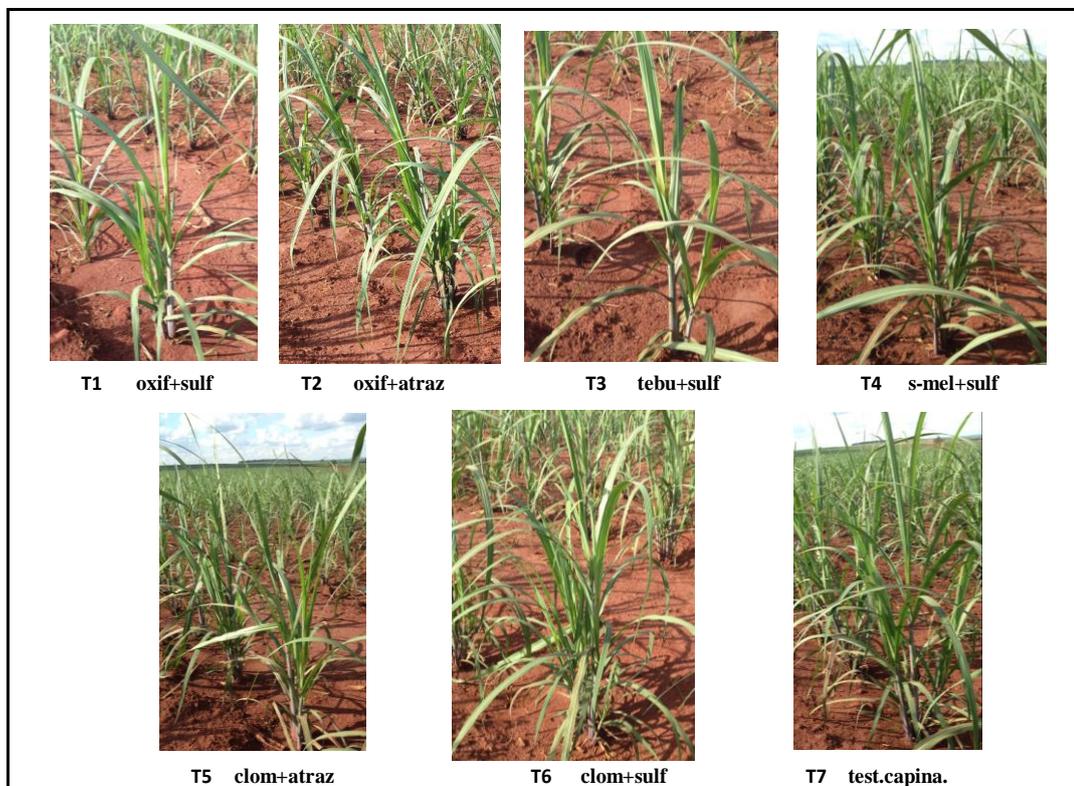
Nas Figuras 3, 4 e 5 pode-se observar os principais sintomas descritos aos 8, 29 e 78 dias após o plantio das mudas a campo.



**Figura 3.** Mudanças de MPB 8 dias após plantio.



**Figura 4.** Mudanças de MPB aos 29 dias após plantio.



**Figura 5.** Mudanças de MPB 78 dias após o plantio.

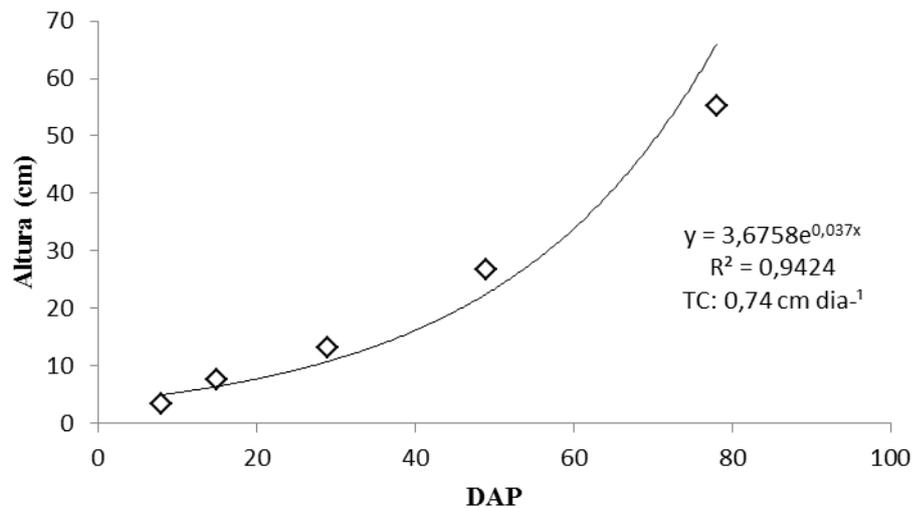
A Tabela 6 apresenta os valores médios de altura dos perfilhos principais das mudas em seus diferentes tratamentos. Pode-se notar que em todas as épocas avaliadas não houve diferença significativa entre as médias comparadas com a testemunha; portanto, nenhum tratamento interferiu na altura das plantas até os 78DAP (Tabela 6)

Dentre os tratamentos de herbicidas estudados, o modo de ação do s-metolachlor (tratamento 4) é inibir a divisão celular, atingindo pontos de crescimento (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Portanto, afetaria a altura da planta, o que não foi constatado nesse estudo, já que todas as médias não diferiram significativamente entre os períodos avaliados. A taxa de crescimento médio diária das mudas até os 78 DAP foi de 0,74 cm dia<sup>-1</sup> (Figura 6).

**Tabela 6.** Altura (cm) média do colmo principal em resposta aos tratamentos com herbicida aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas, além da testemunha sem aplicação e capinada.

Trat*.	8 DAP	15 DAP	29 DAP	49 DAP	78 DAP
1	4,40 a	7,99 a	12,92 a	25,29 a	52,65 a
2	2,79 a	8,60 a	13,54 a	26,65 a	54,08 a
3	3,46 a	6,92 a	12,21 a	25,85 a	54,44 a
4	2,83 a	7,56 a	12,94 a	25,69 a	55,80 a
5	3,67 a	7,33 a	13,60 a	27,25 a	55,27 a
6	3,60 a	7,48 a	13,40 a	27,71 a	56,56 a
7	2,90 a	7,58 a	13,49 a	26,77 a	54,73 a
F	0,56 <sup>NS</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	0,78 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>
CV(%)	46,25	12,90	11,34	7,52	7,98
DMS	3,59	2,27	3,43	4,58	10,06

<sup>(NS)</sup> não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ .<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ .  
\*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup>oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.



**Figura 6.** Altura (cm) do perfilho principal em função dos dias após plantio (DAP). Cada símbolo ( $\diamond$ ) representa o valor médio dos sete tratamentos em cada avaliação. TC: Taxa de Crescimento Absoluto.

Em estudo com mudas pré-brotadas em vasos e aplicação de herbicidas em pré-plantio, Dias (2014) utilizou a mistura de s-metolachlor e sulfentrazone (2640 e 800 g i.a ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e esta mostrou ser seletiva à cultivar CTC14 até os 63 DAP, não afetando também a altura das mudas nos períodos avaliados. Azania et al. (2016) e Rocha Neto (2015) avaliando mudas pré brotadas após aplicação de herbicidas, também não encontraram diferença na altura dos perfilhos em resposta à aplicação dos herbicidas.

Os valores do diâmetro (mm) médio do colmo principal das mudas de MPB estão presentes na Tabela 7. Alguns herbicidas podem interferir no desenvolvimento da cultura e afetar características como o diâmetro do caule. Para se obter alta qualidade de matéria prima para indústria, espera-se que não haja redução do diâmetro dos colmos após o controle químico das plantas daninhas. Na Tabela 7 nota-se um aumento do diâmetro no decorrer do estudo, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos em todos os períodos avaliados, demonstrando que os herbicidas aplicados não interferiram no diâmetro do colmo.

**Tabela 7.** Diâmetro (mm) médio do colmo principal (cm) das plantas em resposta aos tratamentos aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas.

Trat.*	8 DAP	15 DAP	29 DAP	49 DAP	78 DAP
1	7,82 a	7,46 a	9,42 a	12,51 a	23,60 a
2	7,20 a	7,70 a	9,26 a	12,61 a	23,78 a
3	7,09 a	7,04 a	8,71 a	12,07 a	23,73 a
4	7,63 a	7,48 a	8,99 a	12,14 a	22,84 a
5	7,62 a	7,82 a	9,73 a	12,89 a	22,90 a
6	7,30 a	7,28 a	9,30 a	12,93 a	24,54 a
7	7,42 a	7,60 a	9,57 a	12,77 a	23,16 a
F	1,22 <sup>NS</sup>	0,84 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	0,74 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>
CV(%)	6,37	7,73	7,81	6,38	5,81
DMS	1,09	1,33	1,67	1,84	3,14

<sup>(NS)</sup> não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ .<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ . \*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup>oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

Na Tabela 8 estão apresentadas as médias dos números de folhas do perfilho principal. No decorrer do período avaliado, o número de folhas aumentou em todos os tratamentos, contribuindo para o desenvolvimento e crescimento da cultura, porém não houve diferença significativa entre todas as médias e períodos avaliados. Portanto, os herbicidas aplicados não tiveram efeito no número de folhas no perfilho principal.

**Tabela 8.** Número médio de folhas do perfilho principal das plantas em resposta aos tratamentos aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas.

Trat.*	8 DAP	15 DAP	29 DAP	49 DAP	78 DAP
1	6,50 a	8,09 a	10,17 a	10,58 a	11,58 a
2	6,50 a	8,29 a	9,83 a	10,29 a	11,50 a
3	6,46 a	8,25 a	9,58 a	10,42 a	11,37 a
4	7,13 a	8,09 a	9,96 a	10,13 a	11,79 a
5	6,92 a	8,04 a	9,96 a	11,04 a	11,54 a
6	8,96 a	8,09 a	9,83 a	10,58 a	11,83 a
7	6,88 a	7,92 a	9,88 a	10,00 a	11,54 a
F	0,98 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	0,50 <sup>NS</sup>	1,05 <sup>NS</sup>
CV(%)	25,22	6,99	6,28	9,43	2,73
DMS	4,09	1,30	1,43	2,26	0,73

<sup>(NS)</sup> não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ .<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ .  
 \*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup>oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

A média do número de perfilhos por touceira em todos os tratamentos e épocas avaliadas também não tiveram diferença significativa (Tabela 9). Houve aumento do número de perfilhos da primeira época de avaliação até a última, aos 78DAP. Em trabalho com MPB, Dias (2014) obteve diferença no diâmetro de perfilhos somente no tratamento com aplicação de diclosulan (200 g i.a. ha<sup>-1</sup>), enquanto que para os outros herbicidas não houve diferença significativa em comparação com a testemunha sem aplicação. Dinardo-Miranda et al. (2001) constataram em cana planta que a aplicação de clomazone (1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e clomazone + (diuron + hexazinone) (1000 + 468 + 132 g i.a. ha<sup>-1</sup>) interferiram

negativamente no número de perfilhos, o que não corrobora com os resultados encontrados.

**Tabela 9.** Número de perfilhos/touceira das plantas em resposta aos tratamentos com herbicida aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas pré-brotadas, além da testemunha capinada.

Trat.	8 DAP	15 DAP	29 DAP	49 DAP	78 DAP
1	1,08 a	1,08 a	3,38 a	6,04 a	10,71 a
2	1,04 a	1,17 a	3,70 a	5,54 a	11,13 a
3	1,08 a	1,17 a	3,08 a	5,58 a	10,25 a
4	1,00 a	1,13 a	3,92 a	6,58 a	12,46 a
5	1,08 a	1,13 a	3,96 a	6,00 a	11,08 a
6	1,17 a	1,13 a	3,67 a	6,29 a	11,29 a
7	1,17 a	1,13 a	3,75 a	6,38 a	10,58 a
F	1,15 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>
CV(%)	10,43	13,64	23,73	18,06	19,15
DMS	0,26	0,35	1,98	2,52	4,88

<sup>(NS)</sup> não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ .<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ .  
 \*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup>oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados da análise de variância dos dados referentes à eficiência quântica do fotossistema II (FSII). O teor de clorofila total está diretamente correlacionado às propriedades de fluorescência das moléculas de clorofila (KRAUSE; WEISS, 1991). Durante a absorção de luz na fotossíntese, por pigmentos do complexo antena, os elétrons são excitados e transferem energia para os centros de reação dos fotossistemas II e I (YOUNG; FRANK, 1996). Caso haja energia em excesso nesse processo, esta é dissipada na

forma de fluorescência (KRAUSE; WINTER, 1996), que é uma medida de monitoramento da inibição ou redução da transferência de elétrons entre os fotossistemas (YANG et al., 2012).

A eficiência quântica máxima do FSII pode ser definida pela razão  $F_v/F_m$ , onde  $F_m$  é a fluorescência máxima e  $F_v$  a fluorescência variável no estado adaptado ao escuro. De acordo com Krause e Winter (1996), essa medida fornece uma indicação integrada da extensão do estresse na planta devido à disponibilidade de nutrientes, água ou efeitos de herbicidas.

A redução na transferência dos elétrons leva ao aumento da fluorescência máxima -  $F_m$ , como uma forma de dissipar o excesso da energia radiante, reduzindo assim a  $F_v/F_m$ . Neste trabalho, em todas as épocas avaliadas, não houve diferença significativa entre as médias em comparação com a testemunha capinada com exceção da avaliação aos 29 DAP quando o tratamento 3 tebutiuron e sulfentrazone proporcionaram o menor valor de  $F_v/F_m$ , indicando que a aplicação deste herbicida resultou em estresse na planta (Tabela 10). Nesta mesma época avaliada este tratamento não obteve as maiores notas de fitointoxicação (Tabela 5); somente aos 29 DAP obteve uma nota crescente em relação à época anterior. Provavelmente aos 15 DAP os efeitos do herbicida não puderam ser notados visualmente, expressando maiores fitointoxicações visuais somente aos 29 DAP.

**Tabela 10.** Eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) das plantas aos 8, 15, 29, 49 e 78 dias após o plantio (DAP) das mudas-pré-brotadas.

Trat.**	8 DAP	15 DAP	29 DAP	49 DAP	78 DAP
1	0,74 a	0,75 a	0,69 ab	0,74 a	0,75 a
2	0,68 a	0,76 a	0,72 a	0,72 a	0,74 a
3	0,66 a	0,73 a	0,67 b	0,72 a	0,75 a
4	0,72 a	0,75 a	0,68 ab	0,70 a	0,74 a
5	0,69 a	0,75 a	0,69 ab	0,72 a	0,74 a
6	0,72 a	0,74 a	0,68 ab	0,71 a	0,72 a
7	0,74 a	0,76 a	0,70 ab	0,71 a	0,74 a
F	2,09 <sup>NS</sup>	1,44 <sup>NS</sup>	2,94 *	0,42 <sup>NS</sup>	0,47 <sup>NS</sup>
CV(%)	5,83	2,20	2,57	5,29	3,48
DMS	0,10	0,04	0,04	0,09	0,06

\* Significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ ; <sup>(NS)</sup> não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ . <sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ . \*\*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

Quanto à área foliar, matéria seca de folhas e de colmos com bainha avaliados aos 78 DAP, essas características não foram afetadas pelos tratamentos (Tabela 11). Esses resultados comprovam que ocorreu recuperação das mudas, que inicialmente apresentaram sintomas visuais de intoxicação decorrentes da aplicação dos herbicidas. Esse resultado difere do obtido por Barela (2005), que quantificou massa fresca de cana-de-açúcar plantada em vasos, com aplicação de clomazone em pré emergência e a quantidade de massa foi menor em comparação com a testemunha não aplicada.

**Tabela 11.** Área foliar (AF) (cm<sup>2</sup>), matéria seca(g) de colmo com bainha (MS c+b) e matéria seca (g) de folhas (MSF) por touceira dos tratamentos aos 78 dias após plantio das mudas (DAP).

Trat.*	AF	MS c+b	MS F
1	4992,50 a	40,75 a	52,00 a
2	5247,00 a	58,50 a	65,50 a
3	5417,83 a	44,00 a	54,50 a
4	4467,33 a	52,00 a	58,50 a
5	6844,67 a	62,50 a	68,00 a
6	5214,17 a	45,25 a	53,25 a
7	5914,00 a	49,25 a	58,25 a
F	1,34 <sup>NS</sup>	1,95 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>
CV(%)	20,77	22,54	17,60
DMS	3152,11	26,08	23,70

(<sup>NS</sup>) não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ .<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ .  
 \*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup>oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup>sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

Na Tabela 12 estão os dados de produtividade final e os parâmetros tecnológicos avaliados. Apesar dos tratamentos causarem, no início do desenvolvimento, sintomas consideráveis de intoxicação nas mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à produtividade em toneladas por hectare, em ambos os métodos avaliados.

**Tabela 12.** Efeitos dos tratamentos sobre a produtividade (M.1: Método 1, M.2: Método 2, para estimativa de produtividade) e análise tecnológica da cana-de-açúcar aos 15 meses após plantio.

Trat.*	M. 1 (t.ha <sup>-1</sup> )	M. 2 (t.ha <sup>-1</sup> )					ATR (kg. t <sup>-1</sup> )
			BRIX	POL	PUREZA (%)	FIBRA	
1	107,98 a	129,08 a	17,78 a	15,16 a	85,23 a	12,76 a	127,50 a
2	100,91 a	134,52 a	17,28 a	14,67 a	85,00 a	12,92 a	123,39 a
3	101,29 a	118,44 a	17,23 a	14,55 a	84,42 a	12,48 a	123,41 a
4	106,28 a	132,70 a	17,36 a	14,73 a	84,83 a	12,84 a	123,92 a
5	100,52 a	128,43 a	16,77 a	14,03 a	83,61 a	12,19 a	120,02 a
6	116,01 a	150,68 a	17,28 a	14,59 a	84,37 a	12,72 a	123,20 a
7	119,59 a	144,69 a	18,03 a	15,43 a	85,60 a	12,61 a	129,94 a
F	0,90 <sup>NS</sup>	0,85 <sup>NS</sup>	1,17 <sup>NS</sup>	1,27 <sup>NS</sup>	1,06 <sup>NS</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>
CV(%)	14,99	17,41	4,17	5,42	1,50	3,20	4,67
DMS	37,07	53,69	1,67	1,84	2,92	0,93	13,36

<sup>(NS)</sup> não significativo pelo teste F a  $p < 0,01$ .<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ . ATR (açúcar total recuperável). \*Tratamentos: T1: 720 g i.a.ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 600 g i.a.ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T2: 720 g i.a. ha<sup>-1</sup> oxifluorfen + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T3: 1100 g i.a. ha<sup>-1</sup> tebutiuron + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T4: 1920g i.a. ha<sup>-1</sup> s-metolaclor + 600g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T5: 1008 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup> atrazina; T6: 1080 g i.a. ha<sup>-1</sup> clomazone + 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> sulfentrazone; T7: testemunha capinada.

Estudos realizados em cana-de-açúcar por Negrisoni et al. (2004), com os herbicidas oxyfluorfen, sulfentrazone, clomazone e tebutiuron, produtos também utilizados neste trabalho, indicaram que a cana-de-açúcar pode tolerar até 14% de intoxicação sem que ocorra reduções de produtividade dos colmos. Nesta pesquisa, todos os tratamentos, exceto tebutiuron + sulfentrazone causaram inicialmente, aos 8 e 15 dias, sintomas de intoxicação superiores a 14%. No entanto, 29 dias após o plantio das mudas, os sintomas regrediram e na colheita não foram detectadas diferenças entre os tratamentos com ou sem uso de herbicidas, não interferindo na produtividade de colmos.

Analisando-se as características qualitativas tecnológicas da cana-de-açúcar, observa-se que não houve diferença significativa entre os efeitos dos tratamentos

para Brix, Pol, pureza, fibra e ATR, sendo que os valores recomendados são 18% para o Brix, 14% para o Pol e igual ou maior a 85% para a pureza (Ripoli; Ripoli, 2004). Barela (2005), em estudo a campo, constatou sintomas iniciais de fitointoxicação, contudo os resultados finais de TCH (tonelada de cana por hectare) não diferiram significativamente entre os herbicidas testados (tebuthiuron, sulfentrazone, metribuzin, diuron+hezazinona, diuron, clomazone, ametrina e pendimethalin).

## 5. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, todos os tratamentos de herbicidas aplicados no dia anterior ao plantio de mudas pré-brotadas se mostraram seletivos à cana-de-açúcar, cultivar CTC 14.

No decorrer do desenvolvimento da cultura, houve recuperação das plantas com sintomas visuais iniciais de intoxicação, não afetando a produtividade final da cultura para todos os tratamentos aplicados.

## 6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2012: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2012. 432 p.

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

ALTERNAN, M.K.; JONES, A. P. **Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción**. Universidad Católica de Chile, 2003 ed. 1. 333 p.

AZANIA, C. A. M.; AZANIA A. A P. M.; XAVIER, M. A.; PERECIN, D.; BONETI, J. E. B.; CALIXTO, A. R. Tolerância de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados antes do plantio. In: **X Workshop Agroenergia**, 2016, Ribeirão Preto-SP. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/Resumos/ResumoAgroenergia\\_2016\\_079.pdf](http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/Resumos/ResumoAgroenergia_2016_079.pdf)>. Acesso em: set. 2016.

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. p. 465-490.

BARELA, J. F. **Seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) afetada pela interação com nematicidas aplicados no plantio**. 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP,2004. 42 p.

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.

BRESSANIN, F. N.; NETO, N. J.; NEPOMUCENO, M. P.; ALVES, P. L. C. A. Interference periods of velvet bean in sugarcane. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.8, p.1329-1336, 2016.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138p.

CEPAGRI **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura**. Disponível em <<http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: abr. 2016.

COLETI, J.T. Técnica cultural de plantio. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.284-332.

CONAB **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar – Quarto Levantamento da safra 2013/14 e Primeiro Levantamento da safra 2014/15. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: abr. 2016.

CONSECANA. **Manual de instruções**. Disponível em: <[http://www.orplana.com.br/novosite/manual\\_consecana.pdf](http://www.orplana.com.br/novosite/manual_consecana.pdf)> Acesso em: Mai. 2016.

CONSTANTIN, J. **Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência da Brachiaria decumbens Stapf. com a cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. 1993. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

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

CTC Centro de Tecnologia Canaveieira. **Variedades CTC**. Disponível em: <<http://www.ctcanaveieira.com.br/downloads/variedades2013WEB3.pdf>>. Acesso em: set. 2016.

DEUBER, R. Ciência das plantas infestantes-fundamentos. **Funep**. 2 ed. 2003. 452 p.

DIAS, JOSÉ LUIZ CARVALHO DE SOUZA. **Seletividade de herbicidas em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar**. 2014. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GARCIA, V.; JACON, J. J. Efeito da Interação entre nematicidas e herbicidas em cana-de-açúcar. **Nematologia brasileira**, vol. 25, nº2, p. 197-203, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. de A.. (Org.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 697- 722.

ELIA, P. **Estabelecimento e desenvolvimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação**. Piracicaba, 2016. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

EPE **Empresa de Pesquisas Energéticas**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 11 mai. 2016.

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, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**,v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

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 + ametryn. **Planta Daninha**,v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005.

FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analysing plant responses to weed control practices: In: CAMPER, N. D. (Ed.). **Research methods in weed science**, Third ed. USA SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 1986 p. 29 - 46.

GOMES, C. Sistema muda conceito de plantio. **Jornal A Lavoura**, Campinas, n. 696, p. 38-39, 2013.

IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em: 10 set. 2014.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E..Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. Annu. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**..42:313-349, 1991

KRAUSE, G.H., E K. WINTER. Photoinhibition of photosynthesis in plants growing in natural tropical forest gaps: a chlorophyll fluorescence study. **Botanica Acta**. 109 (6):456-462, 1996

KUVA, M. A. **Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agroecossistema de cana crua**. 2006. 105 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2006.

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

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. dos; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N. da; MENDONÇA, J. R. de; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F. de; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema demultiplicação 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](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/Doc%20109_online.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2016.

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

LANDELL, M. G. de A.. Cana para a Indústria: Os rumos da pesquisa. **Agroanalysis**, p. 6-8, 2014.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 129-138, 2011.

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... Recife**: 1995

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

MARTINS, A. L. M.; LANDELL, M. G. A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no programa Cana IAC**. Pindorama: Instituto Agrônomo. p. 2-14, 1995.

MONQUERO, P. A.; BINHA, D. P.; INÁCIO, E. M.; SILVA, P. V. da.; AMARAL, L. R. do. Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p.286-293, 2011.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D.; MORELLI, J.L.; COSTA, A.G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p. 567-575, 2004.

OLIVEIRA, M. D. M.; NACHILUK, K. CUSTO DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO NAS REGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.41, n.1, 2011.

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

PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, p.16-27, 1985.

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.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

ROCHA NETO, A. R. da; AZANIA, C. A. M.; BORGES, I. S.; VITORINO, R.; MARCHINE, N. M.; AZANIA, A. P. M. Tolerância de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pré plantio. **IX Workshop Agroenergia**. 2015 Ribeirão Preto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/Resumos/ResumoAgroenergia\\_2015\\_082.pdf](http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/Resumos/ResumoAgroenergia_2015_082.pdf)> Acesso em: set. 2016.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 6. ed., Londrina: Edição dos autores, 2011. 697p.

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.

SANGUINO, A. **Curso de formação e condução de viveiros de mudas de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Ed. GATEC, 2007. 48p.

SILVA, A. F. **Ação de herbicidas sobre cultivares de cana-de-açúcar e na atividade da microbiota do solo**. 2010. 69 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2010.

SEGATO, S.V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. 415p.

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.

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

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOE, 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 variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, 2000

XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; MENDONÇA, J. R. de; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; ANJOS, I. A. dos; AZANIA, C. A. M; BRANCALIAO, S. R.; KANTHACK, R. A. D.; AFERRI, G.; SILVA, D. N. da; BIDÓIA, M. A. P.; CAMPOS, M. F. de; PERRUCCO, D.; MATSUO, R. S.; NEVES, J. C. T.; CASSANELI JUNIOR, J. R.; PERRUCCO, L.; PETRI, R. H.; SILVA, T. N.; SILVA, V. H. P. da; THOMAZINHO JUNIOR, J. R.; MIGUEL, P. E. M.; LORENZATO, C. M. **Fatores de Desuniformidade e Kit de Pré-Brotção IAC para Sistema de Multiplicação de Cana-de-Açúcar – Mudras Pré-Brotadas (MPB)**. Campinas: IAC, 2014 (Documentos IAC, 113).

YANG, G., L. YANG, Y.L. JIANG, Y. LI, P. WANG, E L. CHEN.. Physiological impacts of magnesium-deficiency in Citrus seedlings: photosynthesis, antioxidant system and carbohydrates. **Trees – Structure and Function**, 2012. 26(4): 1237-1250.

YOUNG, A.L., E H.A. FRANK.. Energy transfer reactions involving carotenoids: quenching of chlorophyll fluorescence. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**. 1996, p. 3-15.