

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ALESSANDRO NASCIMENTO

**EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-PLANTIO INCORPORADO NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Ilha Solteira
2016

ALESSANDRO NASCIMENTO

**EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-PLANTIO INCORPORADO
NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho
Orientador

Ilha Solteira
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

N244e Nascimento, Alessandro.
Eficácia de herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado na cultura da cana-de-açúcar / Alessandro Nascimento. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
37 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Fernando Tadeu de Carvalho
Inclui bibliografia

1. Aplicação de herbicidas. 2. Pré-plantio incorporado. 3. Plantas daninhas.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRE-PLANTIO INCORPORADO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.

AUTOR: ALESSANDRO NASCIMENTO

ORIENTADOR: FERNANDO TADEU DE CARVALHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. FERNANDO TADEU DE CARVALHO

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

Departamento de Filoxeridade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCO ANTONIO DE SOUZA SILVA

Fazenda Nova Estrela

Ilha Solteira, 04 de fevereiro de 2010

DEDICO

“A todos os pesquisadores que trabalham com a cultura da cana-de-açúcar e que buscam a cada dia a melhoria contínua nos processos de produção.”

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e saúde.

Aos meus pais e toda a minha família pelo apoio e incentivo.

A minha namorada Mariele pelo carinho, auxílio e paciência.

Ao meu orientador Fernando Tadeu, pela amizade e incentivo durante todo o mestrado e auxílio nos trabalhos com herbicidas nos canaviais da usina.

Aos meus amigos Luiz Gilberto Cesarin e Luis Marcelo Spadotto, que confiaram na integração entre a universidade e a usina, permitindo o desenvolvimento desta e de tantas outras pesquisas.

Aos moradores da república Santomé, principalmente ao Guilherme Manfrinatti Onohara, que participou efetivamente na montagem deste experimento.

À UNESP e à Usina Santa Adélia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos e contribuição à minha formação profissional.

Aos profissionais da Usina Santa Adélia, que auxiliaram na montagem do experimento, em especial ao Luiz Henrique Zucullo Ferreira.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta etapa de minha vida, e que mesmo não mencionados neste agradecimento sabem da sua importância, o meu muito obrigado.

"Nossa maior fraqueza está em desistir. A maneira mais certa para ter sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais." Thomas A. Edison

NASCIMENTO, A. **Eficácia de herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado na cultura da cana-de-açúcar**. 2016. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Ilha Solteira, 2016.

Autor: Eng. Agr. Alessandro Nascimento
Orientador: Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho

RESUMO

Para o controle eficaz de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é pouco provável que uma única aplicação de herbicida em pré-plantio incorporado seja suficiente para manter a cultura no limpo até o seu fechamento. O objetivo do trabalho foi averiguar a eficácia (ou ineficácia) de herbicidas aplicados uma única vez em pré-plantio-incorporado para o controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições com parcelas de 30 m². A eficiência dos herbicidas no controle das plantas daninhas foi avaliada aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a aplicação (DAA), por meio de uma escala visual, onde 0% = nenhum controle e 100% = controle total das plantas daninhas, considerando-se como eficiente o controle igual ou superior a 80%. Concluiu-se que todos os tratamentos (s-metolachlor a 1,5 e 3,0 L p.c./ha; s-metolachlor+atrazin a 1,5 e 3,0 + 3,0 L p.c./ha; trifluralin a 2,0 L p.c./ha e trifluralin+atrazin a 2,0 + 3,0 L p.c./ha) foram altamente seletivos para a cultura da cana-de-açúcar, variedade RB 86-5453 e foram ineficazes para as dicotiledôneas *Calopogonium muconoides* (aos 150 DAA) e *Amaranthus deflexus* (aos 120 DAA) e, os tratamentos s-metolachlor+atrazin (1,5 e 3,0 + 3,0 L p.c./ha) e trifluralin+atrazin (2,0 + 3,0 L p.c./ha) foram eficientes para a espécie *Panicum maximum*. Todos os tratamentos proporcionaram menor crescimento e produtividade da cana-de-açúcar em relação à testemunha no limpo. Entre as testemunhas observou-se reduções no crescimento e principalmente na produtividade (55%) da testemunha sem capina em relação à capinada. Uma única aplicação dos herbicidas trifluralin, s-metolachlor, atrazin e suas combinações em pré-plantio incorporado, não foram suficientes para manter a cultura de cana-de-açúcar livre de mato-competição até o seu fechamento, indicando a necessidade de outros métodos de controle subsequentes.

Palavras-chave: *Saccharum* spp. S-metolachlor. Trifluralin. Atrazin. Plantas daninhas.

NASCIMENTO, A. **Efficacy of herbicides applied in pre-plant incorporated in sugarcane culture.** 2016. 37 f. Dissertation (Master in agronomy) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Ilha Solteira, 2016.

Author: Eng. Agr. Alessandro Nascimento
Adviser: Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho

ABSTRACT

To the weeds control in the sugarcane is unlikely that a single application of herbicide in pre-planting-incorporated is sufficient to maintain the culture in clean until its closing. The objective of the work was to determine the effectiveness (or ineffectiveness) of herbicides applied only once in pre-plant-incorporated for weed control in sugar cane. The experimental design was a randomized block with eight treatments and four replications with plots of 30 m². The herbicides efficiency in weed control was assessed at 30, 60, 90, 120 and 150 days after application, through a visual scale, where 0% = no control and 100% = full control of plants weeds, considering how efficient control than or equal to 80%. It was concluded that all treatments (1.5 and 3.0 Lc.p./ha of s-metolachlor; 1.5 and 3.0 L + 3.0 Lc.p./ha of s-metolachlor+atrazin; 2.0 Lc.p./ha of trifluralin and 2.0+3.0 Lc.p./ha of trifluralin+atrazin) were highly selective for the culture of sugar cane, variety RB 86-5453 and were ineffective for the dicotyledons *Calopogonium muconoides* (at 150 DAA) and *Amaranthus deflexus* (at 120 DAA) and, the treatments s-metolachlor + atrazin (1.5 and 3.0 + 3.0 Lc.p./ha) and trifluralin + atrazin (2.0 L + 3.0 c.p./ha) were effective for the species *Panicum maximum*. All treatments showed lower growth and yield compared to the control in the clean. Among the controls was observed reductions in growth and 55% reduction in the productivity of the treatment without controlling weeds in relation to treatment weeded. A single application of trifluralin herbicides, s-metolachlor, atrazine and their combinations in corporate pre-planting, were not enough to keep the culture of sugarcane free of weed competition until its closure, indicating a need for other methods subsequent control.

Key words: *Saccharum* spp. S-metolachlor. Trifluralin. Atrazin. Weeds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Média de precipitação (mm) na estação meteorológica da Unesp em Itapura – SP no ano de 2013	18
Figura 2	- Evapotranspiração (mm/dia e Insolação (h/dia) na estação meteorológica da Unesp em Itapura – SP no ano de 2013	18
Figura 3	- Área experimental em fase de estaqueamento das parcelas. Ilha Solteira–SP, 2013	20
Figura 4	- Ocorrência de <i>C. muconoides</i> na área experimental. Ilha Solteira–SP, 2013	24
Figura 5	- Ocorrência de <i>A. deflexus</i> na área experimental. Ilha Solteira–SP, 2013	25
Figura 6	- Ocorrência de <i>P. maximum</i> na área experimental. Ilha Solteira–SP, 2013	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Resultados da análise química do solo nas profundidades de 0–0,25 e 0,25–0,50 m, antes do experimento ser implantado na área, Ilha Solteira – SP, 2013	19
Tabela 2	- Infestação visual média das plantas daninhas no experimento em cana-planta. Ilha Solteira – SP, 2013	23
Tabela 3	- Eficácia dos tratamentos no controle das plantas daninhas <i>Calopogonium muconoides</i> , <i>Amaranthus deflexus</i> e <i>Panicum maximum</i> em cana-planta. Ilha Solteira – SP, 2013	26
Tabela 4	- Fitotoxicidade aos tratamentos com herbicidas em ppi e de biometria da cana-planta. Ilha Solteira – SP, 2013	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (<i>SACCHARUM</i> SPP.)	12
2.2	PLANTAS DANINHAS E UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NA CANA-DE-AÇÚCAR	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	17
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS HERBICIDAS UTILIZADOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONCLUSÕES	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo com uma área de cultivo estimada em 9,06 milhões de hectares para a safra 2015/16, sendo a maior concentração no Estado de São Paulo com 4,7 milhões de hectares e uma produtividade média de 73.163 kg/ha (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

O grande potencial edafoclimático do Brasil é uma das condições favoráveis à produção agrícola e em especial à cana-de-açúcar, que se desenvolve bem em diferentes ciclos de crescimento e ambientes de produção. Entretanto, existe uma série de fatores que podem prejudicar a sua produção.

A grande variação nos fatores ecológicos proporciona nichos adequados para um grande número de espécies daninhas, que competem com as culturas por água, luz e nutrientes, itens indispensáveis à expressão de seu potencial produtivo. Além disso, pelo fato das áreas de cultivo de cana-de-açúcar serem extensas, são necessárias estratégias eficientes no controle das comunidades infestantes, como a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência, prática comum nos diferentes sistemas produtivos (MACIEL et al., 2008). Azania et al. (2005), citam que a aplicação destes ocorre praticamente o ano inteiro, inclusive na modalidade de pré-plantio incorporado.

Assim, embora a área de cultivo de cana-de-açúcar seja pequena quando comparada a de outras culturas, como a soja e o milho, com 31,9 e 15,7 milhões de hectares, respectivamente, a utilização de defensivos agrícolas na cana, principalmente de herbicidas, é intensa. De acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal - Sindiveg (2014), os herbicidas representaram 54% do total comercializado em produto comercial de defensivos agrícolas no ano de 2013 no Brasil, alcançando a cifra de 3,7 bilhões de dólares. Do total comercializado no país em 2013 (11,5 bilhões de dólares), 745 milhões de dólares (6,5% do total) foram destinados somente a herbicidas na cultura da cana-de-açúcar.

O herbicida trifluralin é um dos poucos produtos registrados para a cana-de-açúcar na modalidade de pré-plantio incorporado (PPI). No entanto, os herbicidas S-metolachlor e o atrazin possuem características semelhantes ao trifluralin, como solubilidade e baixo custo, o que viabiliza a aplicação destes em PPI também.

Por outro lado, é pouco provável que a aplicação de herbicidas em pré-plantio incorporado seja suficiente para manter a cultura no limpo até o seu fechamento, considerando espaçamentos de 1,50 m entrelinhas da cana-de-açúcar, contudo não existem publicações que demonstrem o quanto a cultura pode ser prejudicada nestes casos. Desta maneira, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficácia de herbicidas aplicados uma única vez em pré-plantio incorporado, para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHARUM SPP.*)

A planta cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), pertencente à família Poaceae, é uma gramínea perene que se desenvolve em forma de touceira, possuindo ciclo econômico de cinco a seis anos, o que exige plantios com excelente qualidade. A mesma possui uma parte aérea, a qual é formada por colmos, folhas e inflorescência e, outra parte subterrânea constituída de raízes fasciculadas, em que cerca de 85% se encontram nos primeiros 0,50 metros de profundidade, além de rizomas que são responsáveis pelo perfilhamento das touceiras. As novas touceiras se originam dos rizomas que rebrotarão após a colheita (SEGATO et al., 2006).

Esta cultura tropical e subtropical produz grande quantidade de biomassa e requer quantidades substanciais de água e nitrogênio para obter rendimento máximo (WIEDENFELD, 2000). Por ser uma planta de metabolismo C4 possui alta eficiência no uso da radiação (ROBERTSON; WOOD; MUCHOW, 1996), alcançando altas taxas fotossintéticas e grande acúmulo de carboidratos (WELBAUM; MEINZER, 1990). O destaque desse grupo de plantas é o sistema de concentração de CO₂ nas folhas que consiste em modificações bioquímicas e estruturais garantindo melhor desempenho fotossintético (GHANNOUM, 2009). Outra característica inerente as plantas C4 é que a fotossíntese é mais competitiva em situações que poderiam favorecer perda de carbono pela fotorrespiração tais como altas temperaturas ou diminuição da disponibilidade de água (LOPES et al., 2011).

A cultura da cana-de-açúcar inicialmente estabeleceu-se nas regiões Nordeste e Centro-Sul e seu cultivo é prática antiga no Brasil, hoje, o maior produtor do mundo, tendo domínio de todas as etapas de produção da cultura. A Conab (2015) estimou para a safra 2015/16 uma produção de 663,11 milhões de toneladas, em cerca de 9,06 milhões de hectares. A produção de cana-de-açúcar da Região Centro-Sul está estimada em 601,91 milhões de toneladas, 4,6% maior que a produção da safra anterior. A Região Norte/Nordeste também deverá ter um aumento de 3,1%, passando de 59,38 milhões de toneladas na safra 2014/15, para 61,2 milhões na safra 2015/16. A produção dos principais produtos, açúcar e etanol, têm expectativa de 37,63 milhões de toneladas e 28,82 bilhões de litros, respectivamente (CONAB, 2015).

Cada tonelada de cana-de-açúcar tem um potencial energético equivalente ao de 1,2 barril de petróleo. Além de matéria-prima para a produção de açúcar e álcool, seus subprodutos e resíduos são utilizados para co-geração de energia elétrica, fabricação de ração animal e adubos orgânicos para as lavouras (AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA - AGEITEC, 2015).

O setor ainda é um grande gerador de empregos e renda da sociedade, reunindo, cerca de 6% dos empregos agroindustriais brasileiros e sendo responsável por mais de 35% do PIB e do emprego rural do Estado de São Paulo (RAVELI, 2013). Além disso, é de extrema importância para a economia nacional, por possuir o maior parque industrial de açúcar, etanol e derivados de cana-de-açúcar do mundo (RIPOLI, 2009).

2.2 PLANTAS DANINHAS E UTILIZAÇÃO DE HERBICIDAS NA CANA-DE-AÇÚCAR

Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado. Dentro dessa definição ampla também deve ser enquadrada como tal a tiguera de culturas que vegetam espontaneamente em lavouras subsequentes a estas (LORENZI et al., 2014). As mesmas surgiram de um processo dinâmico de evolução ao se adaptarem às perturbações ambientais provocadas pela natureza ou pelo homem através da agricultura (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994) e estima-se que as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência destas plantas no Brasil sejam em torno de 20-30% (LORENZI et al., 2014).

A infestação de plantas daninhas é um dos principais fatores bióticos presentes no agroecossistema da cana-de-açúcar (KUYA et al., 2003). A interferência exercida por elas, que competem por água, luz, nutrientes e espaço físico, pode causar perdas significativas na produtividade, na qualidade do produto colhido e também na longevidade do canavial (KUYA et al., 2003). Além disso, podem comprometer as culturas por hospedarem pragas e doenças antes destas infestarem as próprias culturas (LORENZI et al., 2014).

As reduções de produtividade na cana-de-açúcar são acentuadas quando a cultura é mantida, principalmente nas fases iniciais de seu ciclo, na presença de plantas daninhas. Isto porque apesar de a cana-de-açúcar ser altamente eficiente na utilização dos recursos disponíveis para o seu crescimento, apresenta, na maioria das situações, brotação e crescimento inicial lentos (PROCÓPIO et al., 2003), tornando longo o período em que o canavial necessita estar livre da interferência das infestantes (PCPI), variando entre 50 e 130 dias (KUYA et al., 2000, 2003, 2008). Esse fato também justifica o elevado consumo de

herbicidas nessa cultura, que apresentam longo efeito residual no solo (PROCÓPIO; SILVA; VARGAS, 2004).

Aproximadamente 1000 espécies de plantas daninhas habitam as diversas regiões produtoras de cana no Brasil. Entre as principais existem as de ciclo anual e as de ciclo perene. Nas de ciclo anual destacam-se as espécies: *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Ipomoea* spp. (cordas-de-viola), *Amaranthus* spp. (carurus) (AZANIA et al., 2010). A espécie *Amaranthus deflexus* é uma planta geralmente prostrada que possui caule glabro e levemente estriado, de 30-50 cm de comprimento. Suas folhas são glabras a levemente pubescentes, com nervuras impressas, de 4-7 cm de comprimento e sua reprodução é por sementes. É altamente suscetível (mais de 95% de controle) ao herbicida trifluralin, podendo ser aplicado em pré-plantio incorporado (LORENZI et al., 2014).

Quanto às de ciclo perene destacam-se: *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Sida* ssp. (guanxumas) e *Panicum maximum* (capim-colonião) (AZANIA et al., 2010). A espécie *Panicum maximum* pertencente à família Poaceae, é uma planta robusta, fortemente cespitosa, rizomatosa, ereta de 1-2 metros de altura, formando grandes touceiras. Apresenta colmos com densa pilosidade nos nós e suas folhas são glabras, de 20-70 cm de comprimento. Tem reprodução por sementes e rizomas e é suscetível ao herbicida trifluralin apresentando de 85 a 95% de controle (LORENZI et al., 2014).

Conhecer as características biológicas das plantas daninhas é fundamental para definir a melhor forma e momento da intervenção a ser utilizada. As infestantes apresentam padrões de emergência e germinação complexos e, por vezes, bastante diferentes entre as espécies, de modo que as medidas de manejo precisam ser adequadas a estas características. De forma geral, durante o período mais quente do ano observa-se que os fluxos de plantas daninhas são maiores e mais rápidos, já que existe temperatura, precipitação e quantidade e qualidade de luz adequada para o estímulo da germinação e emergência dessas plantas (FRANCONERE, 2010).

O controle de plantas daninhas é prática de manejo obrigatória nos canaviais, tendo como objetivos evitar perdas devidas à interferência, favorecer a condição de colheita, evitar o aumento do banco de sementes, os problemas de seleção/resistência e a contaminação do meio ambiente - redução da quantidade aplicada e resíduo no solo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008). Segundo Kuva et al. (2008) o método mais utilizado em todo o território nacional é o controle químico, devido à sua alta eficiência, praticidade e baixo custo, se comparado aos

demais métodos de controle. A aplicação é feita tanto na condição de pré como de pós-emergências das plantas daninhas (HERNANDEZ; ALVEZ; MARTINS, 2001).

A suscetibilidade das plantas daninhas a herbicidas é uma característica inata da espécie, causando alterações com efeitos marcantes no crescimento e desenvolvimento da planta, como resultado de sua incapacidade de tolerar a aplicação do herbicida (CHRISTOFFOLETI, 2000). Já a resistência destas plantas a herbicidas pode ser definida como a ocorrência natural da habilidade hereditária de alguns biótipos de plantas daninhas, dentro de uma população, os quais são capazes de sobreviver a um tratamento herbicida, que sob condições normais de uso controlaria efetivamente esta população de plantas daninhas. Não é uma característica comum inerente da população, mas foi selecionada por pressão de seleção (OLIVEIRA; CONSTANTIN, 2001).

O manejo do banco de sementes em pré-plantio da cultura é fundamental para se ter sucesso no controle das plantas daninhas em cana-planta e nas sucessivas soqueiras, uma vez que, a densidade populacional potencial das plantas daninhas em uma área é determinada pelo número de sementes no solo, podendo permanecer vivas e dormentes nos solos agrícolas por muitos anos (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

De acordo com Franconere (2010) a aplicação de herbicida em pré-plantio incorporado é ótima ferramenta de controle de plantas daninhas em áreas de expansão da cana-de-açúcar sobre antigas áreas de pastagem, pela eficiência de controle exercida sobre as gramíneas e, está condicionada ao preparo de solo antes e após a aplicação do herbicida. Isso ocorre, pois a maioria das formulações é sensível a radiação ultravioleta (fotodecomposição) e volatilização. Além disso, Milenia (2014) cita que esta aplicação em ppi contribui para redução do banco de sementes, auxilia na melhoria da eficácia dos tratamentos posteriores com herbicidas residuais, fornece redução gradativa da flora podendo até eliminar a operação de catação, melhora o desempenho geral de controle com boa seletividade e, por fim reduz o custo final. O trifuralin é o principal herbicida registrado para a cultura da cana-de-açúcar para esta condição de manejo e sua aplicação deve ser feita logo após a última gradagem, impedindo que as plantas daninhas iniciem o processo de germinação o que pode reduzir a eficácia no controle (FRANCONERE, 2010).

A escolha por um herbicida deve levar em consideração aspectos técnicos e econômicos, tais como eficiência, seletividade para a cultura, efeito residual, janela de aplicação, espectro de controle e custo. Ainda deve ser analisada a modalidade de cultivo: cana-planta, cana-planta de ano e meio e cana-soca; a época de aplicação (úmida ou seca) e as características climáticas e do solo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

Existem mais de trinta moléculas de herbicidas registradas para cana-de-açúcar que podem ser ferramentas de manejo em condições de pré-plantio incorporado (PPI), pré-emergência (PRÉ), pós-emergência (PÓS) e pós-emergência em jato-dirigido, que devem ser escolhidos conforme um planejamento a ser adotado (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Franconere (2010) relatou que para a aplicação de herbicidas em condições de pré-emergência, cujo alvo é o solo, é necessário ter como base o histórico de infestação da área e as características da comunidade infestante nela presente. O sucesso desta aplicação está relacionado às boas condições de umidade do solo, exigida para a solubilização do composto e para sua distribuição nos primeiros centímetros do perfil do solo, onde ocorre a germinação das sementes das plantas daninhas e, nessas condições, ficar protegido das ações adversas do clima que podem causar perdas.

Os processos de adsorção e lixiviação de herbicidas podem ser afetados pela intensidade e o volume de precipitação pluvial do local. Alto índice pluvial permite maior solubilidade e distribuição dos herbicidas no solo, ocorrendo assim à percolação no perfil. Por outro lado, a baixa umidade do solo pode afetar a absorção do herbicida aplicado (SILVA; VIVIAN; OLIVEIRA, 2007). Os baixos teores de água no solo favorecem a ligação das moléculas do herbicida à fase sólida, diminuindo a sua mobilidade no perfil do solo (PROCÓPIO et al., 2001).

Os principais herbicidas pré-emergentes com registro para cana-de-açúcar são: alachlor, ametryn, amicarbazone, atrazine, clomazone, 2,4-D, diuron, flazasulfuron, hexazinone, imazapic, imazapyr, isoxaflutole, metribuzin, oxyfluorfen, pendimethalin, s-metolachlor, sulfentrazone, tebuthiuron, trifloxysulfuron-sodium e trifluralin (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Já a aplicação em PÓS permite maior flexibilidade na escolha do produto e dose a serem utilizados, porém esta forma de manejo requer maior atenção em relação à seletividade à cultura em relação aos produtos aplicados e ao estágio de desenvolvimento da planta daninha. A aplicação pode ser realizada em área total ou por meio de jato-dirigido, dependendo de sua seletividade. Os herbicidas com registro mais utilizados são: ametryn, 2,4-D, diuron, hexazinone, metribuzin, MSMA, tebuthiuron (FRANCONERE, 2010).

Desta maneira, segundo Christoffoleti (2008) o controle de plantas daninhas é um grande desafio para o técnico responsável pelos tratamentos culturais, principalmente na recomendação de estratégias de manejo, uma vez que, o plantio e a colheita da cana-de-açúcar são atividades realizadas praticamente o ano todo e em diversas regiões produtoras do país, com características edafoclimáticas diferentes.

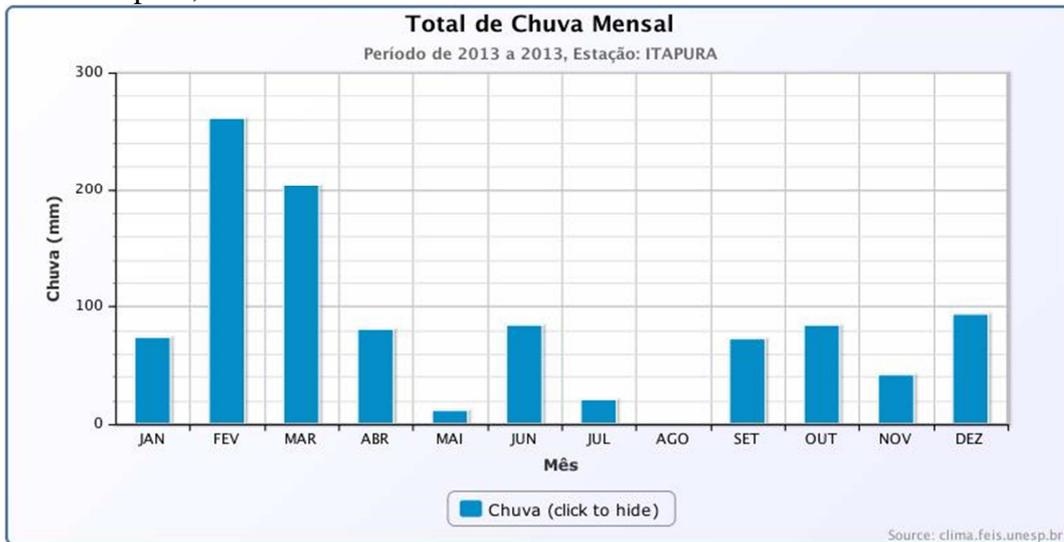
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O trabalho foi desenvolvido no período de abril/2013 a abril/2014 em área de cultivo da Usina Santa Adélia, nas coordenadas 20°30'01,6" de latitude Sul e 51°24'32,0" de longitude Oeste, com 342 metros de altitude, no município de Ilha Solteira, na região Noroeste do Estado de São Paulo. A área experimental, anteriormente ocupada com pastagem, teve o solo classificado como Latossolo Vermelho, textura média-argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013), com 350 g.kg⁻¹ de argila, 550 g.kg⁻¹ de areia e 100 g.kg⁻¹ de silte.

Para coleta de dados climáticos foi utilizada a estação meteorológica da Unesp, localizada na cidade de Itapura-SP (Altitude: 335 m, Latitude: 20.0°38.0' 28.1" Longitude: 51.0°28.0' 29.9"), que fica a aproximadamente 10 km da área do experimento e que está equipada entre outros equipamentos com: sensor de temperatura e umidade relativa modelo HMP45C; Piranômetro modelo LI200X-L16; Net Radiômetro modelo Q-7.1; Quantum modelo LI190SB e pluviômetro modelo CS700-L de alta precisão tendo variação máxima de 3% em intensidades de precipitações de até 500 mm/h (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP, 2015).

Figura 1 - Média de precipitação mensal (mm) na estação meteorológica da UNESP em Itapura, SP no ano de 2013.



Fonte: Canal Clima da Unesp Ilha Solteira – Área de Hidráulica e Irrigação (2013).

Figura 2 - Evapotranspiração (mm/dia) e Insolação (h/dia) na estação meteorológica da Unesp em Itapura, SP no ano de 2013.



Fonte: Canal Clima da Unesp Ilha Solteira – Área de Hidráulica e Irrigação (2013).

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento. Com o uso de um trado, foram coletadas 20 sub-amostras de solo na área experimental, nas profundidades de 0-0,25 e 0,25-0,50 m. Estas foram homogêneas compondo uma única amostra para cada profundidade e analisadas pelo Laboratório de Solos da Usina Santa Adélia unidade de Jaboticabal-SP, seguindo a metodologia proposta por Raji et al. (2001), como consta na Tabela 1.

Tabela 1-Resultados da análise química do solo nas profundidades de 0,00-0,25 m e 0,25-0,50 m, antes do experimento ser implantado na área. Ilha Solteira, SP (2013).

Ano	Prof. (m)	P (mg dm ⁻³)	pH	K	Ca	Mg	S	H+Al	CTC	V%
				mmol ^c .dm ⁻³						
2013	0,00-0,25	17,6	5,1	3,1	35,9	11,2	5,8	24,1	74,4	67,6
	0,25-0,50	13,9	5,1	1,8	33,7	9,9	6,4	22,3	67,7	67,0

Fonte: Laboratório de Solos da Usina Santa Adélia, unidade de Jaboticabal-SP.

O experimento foi desenvolvido em área de expansão da cultura da cana-de-açúcar, sendo necessário as operações de dessecação com 3 kg.ha⁻¹ Roundup WG, a conservação do solo por meio do levantamento de curvas de nível e carregadores e posteriormente a correção do solo com a aplicação de calcário dolomítico (PRNT 89%) na dose de 2 t.ha⁻¹. O preparo do solo foi feito com operações de gradagem e em seguida, a subsolagem a 45 cm de profundidade.

Após o preparo do solo e antes do plantio da cana-de-açúcar, foram realizadas as aplicações dos herbicidas com um pulverizador costal pressurizado (CO₂ a 40 psi), provido de tanque com capacidade de dois litros (garrafas descartáveis) e com barra equipada com quatro bicos do tipo leque, marca Teejet 110.03 XR, espaçados a 0,5 metro. O volume de calda aplicado foi de 200 L.ha⁻¹. Na ocasião das aplicações as condições climáticas apresentavam-se dentro dos limites adequados para a pulverização de herbicidas (temperatura inferior a 30° C, umidade do ar superior a 55% e vento entre 3 e 4 km/h).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta de quatro linhas da cultura com 5,0 m de comprimento e 6,0 m de largura, totalizando 30 m². Os tratamentos aplicados e incorporados com grade a 0,10 m de profundidade antes do plantio foram: s-metolachlor (1,5 e 3,0 L p.c./ha), s-metolachlor + atrazin (1,5 e 3,0 + 3,0 L p.c./ha), trifluralin (2,0 L p.c./ha), trifluralin + atrazin (2,0 + 3,0 L p.c./ha) e testemunhas no mato e no limpo (mantida no limpo até o fechamento da cultura).

Figura 3 - Área experimental em fase de estaqueamento das parcelas. Ilha Solteira, SP (2013).



Fonte: o próprio

A incorporação dos herbicidas foi feita imediatamente após a aplicação dos mesmos utilizando-se uma grade niveladora com 36 discos de 20 polegadas, regulada para incorporação a 10 cm de profundidade e tracionada por trator 180 cv.

Em 02/04/2013, dois dias após a implantação dos tratamentos, o plantio da cultura ocorreu de forma totalmente mecanizada. A variedade escolhida foi a RB 86-5453, com ciclo de maturação precoce e apropriada para solos de boa fertilidade. Para abertura dos sulcos de plantio e adubação, foi realizada a operação de sulcação com profundidade entre 28 e 32 cm e espaçamento de 1,5 m entrelinhas, sendo aplicado o fertilizante NPK, formulação 10-30-20, na dose de 500 kg/ha. A distribuição das mudas de cana-de-açúcar foi feita com auxílio do equipamento modelo Antoniosi, depositando no fundo da sulcação de 18 a 20 gemas viáveis por metro. Em seguida, realizou-se a cobertura dos toletes com cobridora modelo DMB e concomitantemente aplicou-se 250 g.ha⁻¹ de Fipronil (Regente) e 6 L.ha⁻¹ de Carbofuran (Furadan) com o intuito de combater pragas de solo.

Os herbicidas usados foram o s-metolachlor (DualGold), Trifluralin (Premerlin) e Atrazin (Gesaprim 500). A eficiência dos mesmos no controle das plantas daninhas foi avaliada aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a aplicação (DAA), quando houve o fechamento do dossel da cultura. Foi utilizada uma escala visual, onde 0% = nenhum controle e 100% = controle total das plantas daninhas, considerando-se como eficiente o controle igual ou

superior a 80%. A seletividade dos tratamentos às plantas da cultura foi avaliada visualmente, considerando-se a biomassa e a coloração das plantas tratadas comparadas com as plantas testemunhas no limpo e atribuindo-se notas de 0% a 100%, onde 0% = nenhum sintoma de fitotoxicidade e 100% = morte total das plantas. Ambas as avaliações foram baseadas em metodologia proposta pela SBCPD (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD, 1995).

A avaliação de crescimento da cultura (biometria) foi realizada aos 12 meses após o plantio e foram as seguintes: diâmetro do colmo (no 2^o entrenó) e altura de plantas medida no último entrenó (dewlap) em 5 plantas, e número de perfilhos por metro. A estimativa de produtividade foi feita pesando-se os colmos de 4 metros da área útil de cada parcela e os resultados extrapolados para t/ha. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Estat.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS HERBICIDAS UTILIZADOS

- **s-metolachlor**, nome comercial: DualGold, grupo químico: acetanilidas, concentração de ingrediente ativo: 960 g.L⁻¹, formulação: concentrado emulsionável. É utilizado geralmente para controle de plantas daninhas em pré-emergência, assim estas plantas morrem antes de emergir a superfície do solo e as que conseguem emergir ficam retorcidas, com folhas enroladas e não crescem (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

A ação fitotóxica deste herbicida acontece pela inibição da síntese de proteínas nos meristemas apicais da parte aérea e raízes em espécies susceptíveis. Esta inibição resulta na paralisação do desenvolvimento e divisão celular, com o aumento de tamanho das células, causando a inibição do crescimento de raízes e parte aérea (UNIVERSITY OF MINNESOTA, 1999).

O produto formulado DUAL é formado por dois isômeros R e dois S de metolachlor, que estão presentes em proporções semelhantes no herbicida. Os isômeros S apresentam maior atividade herbicida do que os isômeros R (MOSER; RIHS; SAUTER, 1982). Com o conhecimento dessa propriedade, foi desenvolvido novo sistema catalítico, que produziu uma formulação enriquecida (>80%) com os isômeros S, a qual foi denominada S-metolachlor, originando o produto formulado DUAL GOLD (BLASER; SPINDLER, 1997; SPINDLER et al., 1998). Há grande variabilidade no tempo de permanência do S-metolachlor no solo. Estudos realizados em laboratório mostraram que a meia-vida do S-metolachlor no solo varia entre 6 e 100 dias, dependendo das condições em que a pesquisa é realizada (DINELLI et al., 2000; SEYBOLD; MERSIE; MCNAMEE, 2001; MERSIE et al., 2004; ACCINELLI;

SCREPANTI; VICARI, 2005). Sob condições de campo, trabalhos evidenciaram que a meia-vida do metolachlor varia entre 8 e 85 dias e sua solubilidade em água é de 488 mg.L^{-1} (DINELLI et al., 2000).

- **Trifluralin**, nome comercial: Premerlin, grupo químico: dinitroanilinas, concentração de ingrediente ativo: 600 g.L^{-1} , formulação: concentrado emulsionável. Tem solubilidade em água de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ e possui movimentação insignificante no solo, sendo fortemente adsorvido pelos colóides, principalmente as argilas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). É utilizado como pré-emergente no controle de plantas daninhas, principalmente nas culturas do algodão, cana-de-açúcar, citros, milho, entre outros. Na cultura da cana-de-açúcar, o herbicida é registrado para a aplicação ao solo com a ressalva de se evitar o contato do produto com os toletes (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011), o que sugere que a seletividade seja toponômica.

Esta aplicação é feita antes da emergência das sementes das plantas daninhas e/ou da cultura. O mecanismo de ação é pela inibição da divisão celular nos tecidos meristemáticos, inibindo a germinação das sementes e a formação de novas células na radícula e caulículo e, alongação celular (CHRISTOFOLETTI, 2008). Sua translocação no solo é insignificante, sendo fortemente adsorvidos pelos colóides da matéria orgânica e pouco pelos da argila.

- **Atrazin**, nome comercial: Gesaprim 500, grupo químico: triazinas, concentração de ingrediente ativo: 500 g.L^{-1} , formulação: suspensão concentrada. É um composto polar, fracamente básico e sua estabilidade pode ser explicada pela configuração eletrônica de seu anel heterocíclico (JAVARONI; LANDGRAF; REZENDE, 1999). Classificado como um herbicida sistêmico, seletivo e utilizado no controle pré e pós-emergente de plantas daninhas de folhas largas. Nas culturas da cana-de-açúcar, milho e sorgo é utilizado nas aplicações em pré-emergência das plantas infestantes. Tem suas propriedades de adsorção no solo variáveis e dependentes do pH e do teor de matéria orgânica do solo. A taxa fotossintética declina em poucas horas, com o uso do atrazin, resultando na diminuição de produção de energia, carboidratos, açúcares e outros compostos que precisam de energia para ser produzido, o que leva a morte da planta (CHRISTOFOLETTI, 2008).

Segundo Giroto et al. (2010) por possuir como mecanismo de ação a inibição do fotossistema II, se liga a proteína D1, que é o sítio de ligação da QB, o qual se localiza nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos, causando, por consequência, o bloqueio do transporte de elétrons de QA para QB. Esta reação reduz a fixação de CO_2 , a produção de ATP e NADPH^2 , os quais são elementos essenciais para o crescimento das plantas (TOLEDO et al., 2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio de contagem de plantas, obteve-se a infestação natural de plantas daninhas no tratamento testemunha no mato, aos 30 DAA, que foi de 12 plantas/m² de *Calopogonium muconoides* (sojinha), 10 plantas/m² de *Amaranthus deflexus* (caruru) e 7 plantas/m² de *Panicum maximum* (capim-colonião). Os resultados das avaliações visuais, aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAA, estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Infestação visual média das plantas daninhas no experimento em cana-planta. Ilha Solteira, SP (2013).

ESPÉCIE DANINHA	% Média de Infestação nas Testemunhas no Mato				
	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA	150 DAA
<i>Calopogonium muconoides</i>	21,3	21,3	22,0	23,8	32,5
<i>Amaranthus deflexus</i>	15,0	20,0	20,0	26,3	--
<i>Panicum maximum</i>	10,0	10,5	10,5	11,8	13,5
TOTAL	46,3	51,8	52,5	61,8	46,0

DAA = Dias Após a Aplicação

Fonte: o próprio

Nota-se que a área experimental tem grande potencial para a infestação destas três espécies daninhas, sendo que para a espécie *A. deflexus*, as plantas finalizaram o ciclo e não foram observadas aos 150 DAA. A espécie *Panicum maximum*, apresentou infestação que variou de 10% aos 30 DAA até 13,5% aos 150 dias, mostrando que tem boa adaptação a competir com a cultura da cana-de-açúcar. Estas espécies são comuns em cultivos de cana-de-açúcar e já foram citadas ocorrendo juntas na cultura por diversos autores (LORENZI, 1993; GRAVENA et al., 2004; CARVALHO et al., 2010). Quanto à espécie *Calopogonium muconoides* a infestação média foi de 21,3% aos 30 DAA e aos 150 dias ocupou 32,5% da parcela, usufruindo do espaço deixado pelo *Amaranthus deflexus*, que completou seu ciclo aos 120 DAA, demonstrando que a *C. muconoides* tem grande potencial de desenvolvimento mesmo com o sombreamento de outras espécies.

A espécie *C. muconoides* é relativamente nova como daninha em cana-de-açúcar e ainda não há relatos científicos dessa ocorrência, apesar de Blanco (1977) ter citado a espécie, nos anos de 1970, como potencial planta daninha da cultura. Segundo Vilela (2014) a *C. muconoides* é uma planta que pode ser usada como forrageira e também como adubo verde,

sendo boa fixadora de nitrogênio. Entretanto, é prejudicial para a cana-de-açúcar não apenas por competir pelos elementos essenciais, mas principalmente pelo hábito de crescimento como trepadeira que dificulta a colheita mecanizada da cultura. A mesma apresenta efeitos alelopáticos a algumas espécies como a malícia (*Mimosa pudica*), malva (*Urena lobata*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*) e fedegoso (*Senna occidentalis*), reduzindo a germinação de sementes destas (SOUZA FILHO; ALVES; FIGUEIREDO, 2003).

A ocorrência da *C. muconoides* na área está ligada, provavelmente, ao banco de sementes em dormência no solo, pois o plantio da cana-de-açúcar foi realizado em uma área anteriormente com pastagem e assim, pode-se dizer que houve o cultivo desta espécie como forrageira há anos atrás. Por ser uma espécie que apresenta esta característica de dormência, sua importância como planta daninha vem se intensificando ao longo dos anos na cultura de cana-de-açúcar.

Figura 4 - Ocorrência de *C. muconoides* na área experimental. Ilha Solteira, SP (2013).



Fonte: o próprio

Figura 5 - Ocorrência de *A. deflexus* na área experimental. Ilha Solteira, SP (2013).



Fonte: o próprio

Figura 6 - Ocorrência de *P. maximum* na área experimental. Ilha Solteira, SP (2013).



Fonte: o próprio

Tabela 3 - Eficácia dos tratamentos no controle das plantas daninhas *Calopogonium muconoides*, *Amaranthus deflexus* e *Panicum maximum*, em cana-planta. Ilha Solteira, SP (2013).

TRATAMENTOS	DOSE (p.c./ha)	% Controle de <i>Calopogonium muconoides</i>				
		30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA	150 DAA
1-testemunha no mato	--	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-testemunha no limpo	--	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3-s-metolachlor	1,5	90,0	86,3	86,3	62,5	42,5
4-s-metolachlor	3,0	86,5	78,8	78,8	75,0	65,0
5-s-metolachlor+atrazin	1,5+3,0	95,5	93,5	92,0	83,8	70,0
6-s-metolachlor+atrazin	3,0+3,0	92,0	92,0	91,3	85,8	76,3
7-trifluralin	2,0	90,8	86,3	86,3	57,5	40,0
8-trifluralin+atrazin	2,0+3,0	90,0	86,0	83,8	70,0	60,0

TRATAMENTOS	DOSE (p.c./ha)	% Controle de <i>Amaranthus deflexus</i>				
		30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA	150 DAA
1-testemunha no mato	--	0,0	0,0	0,0	0,0	--
2-testemunha no limpo	--	100,0	100,0	100,0	100,0	--
3-s-metolachlor	1,5	90,8	80,0	70,0	60,0	--
4-s-metolachlor	3,0	91,3	85,0	77,3	65,0	--
5-s-metolachlor+atrazin	1,5+3,0	89,3	82,5	81,8	67,5	--
6-s-metolachlor+atrazin	3,0+3,0	92,0	85,0	83,0	68,0	--
7-trifluralin	2,0	90,8	77,5	72,0	57,5	--
8-trifluralin+atrazin	2,0+3,0	93,8	87,5	77,5	67,5	--

TRATAMENTOS	DOSE (p.c./ha)	% Controle de <i>Panicum maximum</i>				
		30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA	150 DAA
1-testemunha no mato	--	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-testemunha no limpo	--	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3-s-metolachlor	1,5	95,0	95,0	93,0	88,8	75,0
4-s-metolachlor	3,0	95,8	95,0	93,0	91,3	77,5
5-s-metolachlor+atrazin	1,5+3,0	95,8	95,0	95,0	93,8	84,5
6-s-metolachlor+atrazin	3,0+3,0	97,5	96,8	95,8	88,0	85,0
7-trifluralin	2,0	96,0	94,3	91,8	78,8	72,5
8-trifluralin+atrazin	2,0+3,0	95,0	95,0	93,8	91,3	86,3

p.c. = produto comercial. DAA = Dias Após a Aplicação
 Fonte: o próprio

Observa-se pelos dados de controle das plantas daninhas que aos 30 DAA, todos os tratamentos foram eficazes para o controle de *C. muconoides*, sendo que aos 60 e aos 90 DAA, apenas o tratamento 4 (s-metolachlor 3 l/ha), não apresentou eficiência de controle. Aos 120 DAA, somente os tratamentos 5 (s-metolachlor 1,5 l/há + atrazin 3,0 l/ha) e 6 (s-metolachlor 3,0 l/ha+ atrazin 3,0 l/ha), mantiveram controle acima de 80%, sendo estes os tratamentos que obtiveram os melhores resultados de controle para esta espécie. Aos 150 DAA, todos os tratamentos foram ineficazes, porém os tratamentos com s-metolachlor + atrazin, foram os únicos que mantiveram controle acima de 70%.

Para a espécie *A. deflexus* constata-se que aos 30 DAA, todos os tratamentos foram eficazes para o controle da mesma, já aos 60 DAA, o tratamento 7 (2,0 l/ha de trifluralin) não foi eficaz, apresentando controle inferior a 80%. Aos 90 DAA, os únicos tratamentos que foram eficazes no controle foram os tratamentos com s-metolachlor + atrazin. Todos os tratamentos foram ineficazes aos 120 DAA, proporcionando médias de controle inferiores a 70,0%. Segundo Lorenzi et al. (2006), os herbicidas trifluralin e atrazin são altamente eficientes para o controle de *A. deflexus* quando aplicados em pré-plantio incorporado (ppi), entretanto, no presente trabalho observou-se que o residual dos herbicidas não foi suficiente para proporcionar o controle da planta daninha até o período indicado (150 DAA). Aos 150 DAA, não houve avaliação de controle de *A. deflexus*, pois as plantas já haviam completado seu ciclo vital e não exibiam mais presença vegetativa na área.

Para a espécie *P. maximum*, todos os tratamentos foram eficientes até os 90 DAA. Aos 120 DAA, apenas o tratamento 7 (Trifluralin 2,0 l/ha) não foi eficaz no controle desta planta daninha. Aos 150 DAA, foram eficientes os tratamentos s-metolachlor + atrazin (1,5 e 3,0 + 3,0 L p.c./ha) e trifluralin + atrazin (2,0 + 3,0 L p.c./ha) proporcionando médias de controle superiores a 84,5%, aos 150 DAA. O tratamento isolado com o herbicida s-metolachlor que foi eficiente até os 120 DAA e com o herbicida trifluralin até os 90 DAA, e ressalta-se que apesar de serem classificados como eficientes (LORENZI et al., 2006), não tiveram residual que proporcionasse controle superior aos 80,0%, aos 150 DAA. Vale destacar que os tratamentos com atrazin apresentaram sinergismo, com o s-metolachlor e trifluralin.

Os residuais destes herbicidas não foram suficientes até os 150 dias após o plantio, possivelmente devido à interação destas moléculas com o solo e clima (Figuras 1 e 2). Os herbicidas testados por apresentarem características de baixa solubilidade, (trifluralin – 0,3 mg.L⁻¹; s-metolachlor – 488 mg.L⁻¹ ; atrazin – 33 mg.L⁻¹) quando comparados a herbicidas com alta solubilidade como o hexazinone – 33000 mg.L⁻¹, precisam de umidade no solo para que uma quantidade considerável da molécula do herbicida esteja presente na solução do solo.

Desta maneira e de acordo com a Figura 2, as chuvas dos meses de Abril a Agosto de 2013 somaram 198,1 mm nos 150 dias de avaliações do experimento, sendo que no mês de Julho (120 DAA) choveu 20,8 mm e no mês de Agosto (150 DAA) não houve registro de chuvas. Neste mesmo período de acordo com a Figura 3, houve aumento da evapotranspiração e insolação, nos meses de Julho e Agosto, o que contribuiu com a perda de umidade do solo. Assim, é provável que apesar de Lorenzi et al. (2006) classificar estes herbicidas como eficientes no controle destas plantas daninhas, o residual foi insuficiente devido a baixa umidade do solo durante estes meses.

Os dados de fitotoxicidade dos tratamentos aos 30 DAA, de crescimento, estande e produtividade da cultura da cana-de-açúcar aos 360 DAA, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Fitotoxicidade aos tratamentos com herbicidas em ppi e de biometria da cana-planta. Ilha Solteira, SP (2013).

TRATAMENTOS	DOSE (p.c./ ha)	% Fitot. (30 DAA)	Diâmetro (mm)	Altura (m)	Estande (colmos/m)	Produtiv. (t/ha)
1-testemunha no mato	--	0,0	31,2 abc	2,148 ab	6,6 b	48,6 B
2-testemunha no limpo	--	0,0	35,1 a	2,333 a	12,0 a	107,9 A
3-s-metolachlor	1,5	2,0	32,0 ab	2,090 b	8,8 ab	65,0 B
4-s-metolachlor	3,0	2,3	31,3 abc	2,228 ab	10,0 ab	76,8 A
						b
5-s-metolachlor+atrazin	1,5+3,0	1,0	31,0 bc	2,323 a	9,4 ab	73,3 B
6-s-metolachlor+atrazin	3,0+3,0	1,5	31,5 abc	2,300 a	10,1 ab	80,5 A
						b
7-trifluralin	2,0	2,0	27,7 c	2,058 b	8,6 ab	54,0 B
8-trifluralin+atrazin	2,0+3,0	1,5	32,9 ab	2,293 a	8,9 ab	73,6 B
Média Geral (4 repetições)	--	--	31,56	222,12	9,30	72,47
Teste f (tratamentos)	--	--	6,06**	7,15**	2,84*	6,53**
Coefficiente de Variação (%)	--	--	5,30	3,67	19,64	19,57
DMS (5%)	--	--	3,97	19,36	4,33	33,65

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

p.c. = produto comercial

DAA = Dias Após a Aplicação. Fitot. = fitotoxicidade

Fonte: o próprio

Quanto à seletividade verifica-se que os tratamentos foram altamente seletivos para a cultura provocando níveis médios de fitotoxicidade abaixo de 2,5%, aos 30 DAA. Tais valores são bastante inferiores ao recomendado por Shaner e Mallipudi (1991), que

consideraram como 15% o limite máximo de fitotoxicidade aceitável para as culturas em geral. Aos 60 DAA não foi observado mais nenhum sintoma às plantas de cana-de-açúcar.

Quanto aos dados de crescimento da cana-planta, todos os tratamentos apresentaram valores inferiores ao da testemunha no limpo. Apenas os tratamentos s-metolachlor (3,0 L p.c/ha), s-metolachlor + atrazin (3,0+3,0 L p.c/ha) e trifluralin + atrazin (2,0+3,0 L p.c/ha) foram estatisticamente sempre semelhantes à testemunha no limpo, em diâmetro de colmo, altura de planta e estande. Entre as testemunhas a maior diferença foi observada no estande da cultura onde a testemunha no mato apresentou redução de 45% em relação à testemunha no limpo.

Os resultados de crescimento nas parcelas com presença de plantas daninhas reafirmam as conclusões de Silva (2007), de que a cultura da cana-de-açúcar, por ter crescimento inicial lento, deve ser protegida dos efeitos da competição com as plantas daninhas que são em sua maioria altamente eficientes na utilização dos recursos disponíveis (água, luz e nutrientes), além de possuírem crescimento inicial rápido e ocorrerem na área em alta densidade, ainda mais em condições tropicais como nesta pesquisa. Portanto, se não controladas no início do crescimento da cana-de-açúcar, acarretam interferências negativas ao perfilhamento da cultura em razão da habilidade competitiva pelos recursos naturais e dos seus efeitos alelopáticos.

Analisando apenas os dados de altura de planta, nota-se que os tratamentos 5, 6 e 8 foram estatisticamente iguais a testemunha no limpo, porém houve diferença nas produtividades de colmos. Este fato pode ser explicado pela tentativa da cana-de-açúcar buscar luminosidade em condições de competição. A cana-de-açúcar sendo uma planta C4 necessita de altas intensidades luminosas. Quando se tem elevadas taxas de radiação, os colmos ficam mais grossos e mais curtos e o perfilhamento intenso. Desta forma, em baixa irradiação os colmos ficam mais finos e longos (RODRIGUES, 1995).

Segundo Jadoski et al. (2010) a luz é o fator mais importante que influencia no perfilhamento, pois a iluminação adequada na base da planta durante esse período ativa gemas vegetativas basais e o perfilhamento da cana-de-açúcar é regulado pelas auxinas produzidas no ápice da planta. Essas auxinas têm efeito duplo, ao mesmo tempo promovendo o alongamento do colmo e impedindo o desenvolvimento das gemas laterais. Sob o efeito da alta intensidade luminosa, o fluxo de auxinas do ápice para a base seria diminuído e, conseqüentemente, haveria decréscimo no grau de inibição das gemas laterais, resultando assim, na formação de perfilhos. No caso da baixa intensidade luminosa, o perfilhamento será diminuído ou cessado, e o colmo se desenvolverá em comprimento.

Para produtividade de colmos constata-se também que todos os tratamentos apresentaram valores inferiores ao da testemunha no limpo. Apenas os tratamentos s-metolachlor (3,0 L p.c/ha) e s-metolachlor+atrazin (3,0+3,0 L p.c/ha) foram estatisticamente semelhantes à testemunha no limpo, entretanto, as diferenças foram grandes, maiores que 27 t/ha, e essa semelhança se deve ao alto coeficiente de variação (19,57%).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2012) a média de produtividade do primeiro corte na região Centro-Sul, nos anos de 2007 a 2011, foi de 104,4 t/ha, resultado muito semelhante ao tratamento testemunha mantida no limpo que foi de 107,9 t/ha de colmos de cana-de-açúcar. A variação de produtividade e do crescimento da cultura foi influenciada não apenas pela intensidade de infestação da planta daninha, mas também pelo período em que esta planta daninha conviveu com a cultura. Vários estudos sobre períodos críticos de interferência entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar foram realizados (ROLIM; CHRISTOFFOLETI, 1982; GRACIANO; RAMALHO, 1983; GRACIANO; BARBOSA, 1986; GRACIANO, 1989; CONSTANTIN, 1993; COLETI et al., 1997; KUVA et al., 2000, 2001). Entretanto, as constantes mudanças no sistema de produção da cana-de-açúcar, com a adoção de novos espaçamentos, variedades e variações nas condições de cultivo, tipos de solo, diferentes espécies de plantas daninhas, locais e épocas do ano, podem influenciar nestes períodos. Kuva et al. (2003), estudando os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar, com infestações de capim colônia (*Panicum maximum*), em cana plantada em Abril na região de São João da Boa Vista-SP, obtiveram, um período crítico de prevenção à interferência (PCPI) iniciando-se aos 74 dias após o plantio e estendendo-se até 127 dias.

Os dados de produtividade confirmam os efeitos prejudiciais da competição entre cultura e plantas daninhas, já constatados por outros autores (CRUZ; LEIDERMAN, 1978; CLEMENT et al., 1979; VICTÓRIA FILHO; CAMARGO, 1980; FORNAROLLI et al., 1997). Os tratamentos que proporcionaram menores controles das plantas daninhas (s-metolachlor a 1,5 L p.c/ha; s-metolachlor+atrazin a 1,5+3,0 L p.c/ha; trifluralin a 2,0 L p.c/ha e trifluralin+atrazin a 2,0+3,0 L p.c/ha) tiveram as produtividades significativamente reduzidas em relação ao tratamento Testemunha no limpo. Entre as testemunhas observou-se redução de 55% na produtividade da testemunha no mato em relação à capinada.

A prática do pré-plantio incorporado com os três herbicidas testados e suas combinações podem ser uma boa alternativa quando utilizado em conjunto com outros métodos de controle de plantas daninhas, porém não é indicada como única forma de controle.

5 CONCLUSÕES

Todos os herbicidas em ppi foram altamente seletivos para a cultura da cana-de-açúcar, variedade RB 86-5453 e foram ineficazes para as dicotiledôneas *Calopogonium muconoides* (aos 150 DAA) e *Amaranthus deflexus* (aos 120 DAA). Entretanto o s-metolachlor+atrazin (1,5 e 3,0 + 3,0 L p.c./ha) e trifluralin+atrazin (2,0 + 3,0 L p.c./ha) foram eficientes para a espécie *Panicum maximum*.

Os herbicidas em ppi proporcionaram valores inferiores de crescimento e produtividade de cana-planta em relação à testemunha no limpo. Entre as testemunhas observaram-se reduções no crescimento, e principalmente, na produtividade da testemunha sem capina em relação à capinada.

Uma única aplicação dos herbicidas trifluralin, s-metolachlor, atrazin e suas combinações em pré-plantio incorporado, não foram suficientes para manter a cultura de cana-de-açúcar livre de mato-competição até o seu fechamento, indicando a necessidade de outros métodos de controle subsequentes.

REFERÊNCIAS

- ACCINELLI, C.; SCREPANTI, C.; VICARI, A. Influence off loading on the degradation of linuron, isoproturon and metolachlor in soil. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 25, n. 3, p. 401-406, 2005.
- AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA – AGEITEC. **Cana-de-açúcar**. Embrapa: Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/Abertura.html>>. Acesso em: 8 out 2015.
- AZANIA, C. A. M. et al. Seletividade de herbicidas. II – aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 489-495, 2005.
- AZANIA, C. A. M. et al. Eficácia de herbicidas no controle de espécies de corda-de-viola em cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 41-45, 2010.
- BLANCO, H. G. Plantas daninhas e mato-competição. **Boletim informativo especial - curso de atualização: herbicidas em florestas**, Piracicaba, v. 5, n. 15, p. 1-194, 1977 (Circulação Interna).
- BLASER H. U.; SPLINDER, F. Enantioselective catalysis for agrochemicals: the case history of the dual magnum herbicide. **Chimia**, v. 51, n. 6, p. 297-299, 1997
- CARVALHO, F. T. et al. Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 585-590, 2010.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. da. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactatosintase e acetil coenzima A carboxilase**. 2000. 211 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. 120 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2., 2008, Piracicaba. **Simpósio...** Piracicaba: ESALQ/POTAFOS, 2008. Palestras.

CLEMENT, A. A. et al. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com hexazinone e suas misturas com diuron, em pré-emergência. **Planta Daninha**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 89-95, 1979.

COLETI, J. T. et al. *Brachiaria* pode provocar sérios danos nos canaviais. **Informativo Cooper柑橘**, Bebedouro, n. 132, p. 34-35, 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB-. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar safra 2015/16: segundo levantamento – Agosto/2015.** Brasília: Conab, 2015.v. 2 - Safra 2015/16, n. 2, 38p.

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) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

CRUZ, L. S. P.; LEIDERMAN, L. Competição entre quatro herbicidas indicados para o controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Planta Daninha**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 43-48, 1978.

DINELLI, G. et al. Comparison of the persistence of atrazine and metolachlor under field and laboratory conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 7, p. 3037- 3043, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA-. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solo.** 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FORNAROLLI, D. A. et al. Controle do *Sorghum arundinaceum* em pós-emergência inicial e tardia com o uso de MSMA+diuron na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Viçosa - MG: SBCPD, 1997. p. 259.

FRANCONERE, R. **Mercado de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2010.

GHANNOUM, O. C4 photosynthesis and water stress. **Annals of Botany**, England, v. 103, p. 635 – 644, 2009. DOI: 10.1093/aob/mcn093.

GIROTTO, M. Eficiência fotossintética da cana-de-açúcar após a aplicação dos herbicidas S-metolachlor e atrazine em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 9, n. 3, p. 109-116, 2010.

GRACIANO, P. A.; RAMALHO, J. F. G. P. Efeito da mato-competição na cultura da cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 1, n. 5, p. 22-24, 1983.

- GRACIANO, P. A.; BARBOSA, G. V. S. Efeitos da mato-competição sobre a cultura da cana-de-açúcar – variedade Co 997. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16., 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBHDE, 1986. p. 16.
- GRACIANO, P. A. **Interferência e manejo de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) intercalada com feijões (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* L. Walp.)**. 1989. 184 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1989.
- GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas Trifloxysulfuron Sodium + Ametrina. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.
- HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 419-426, 2001.
- JADOSKI, C. J. et al. Physiology development in the vegetative stage of sugarcane. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 177-178, 2010.
- JAVARONI, R. C. A.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Comportamento dos herbicidas atrazina e alaclor aplicados em solo preparado para o cultivo de cana-de-açúcar. **Química Nova**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 58-64, 1999.
- KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2000.
- KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim Braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 323-330, 2001.
- KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – Capim-brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.
- KUVA, M. A. et al. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 549-557, 2008.
- LOPES, M. S. et al. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 62, n. 9, p. 3235- 3153, 2011.
- LORENZI, H. Efeito da palha da cana no controle das plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1993. p. 28-29.
- LORENZI, H. et al. **Manual de Identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.

LORENZI, H. et al. **Manual de Identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**, 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 371 p.

MACIEL, C. D. G. et al. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MERSIE, W. et al. Degradation of metolachlor in bare and vegetated soils and in simulated water-sediment systems. **Environmental Toxicology and Chemistry**, Hoboken, v. 23, n. 11, p. 2627-2632, 2004.

MILENIA. **Premerlin 600 EC: uso de premerlin em cana-planta**. Londrina: Adama Brasil, 2014. 22 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Evolução da produtividade da cana-de-açúcar por corte**. Brasília: Secretaria de Produção e Agroenergia, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/estatisticas/producao/SETEMBRO_2012/evolucao%20podutividade%20cana.pdf>. Acesso em: 16 out 2015.

MOSER, H.; RIHS, G.; SAUTER, H. The influence of atropisomerism and chiral center on the biological-activity of metolachlor. **Zeitschrift fur Naturforschung**, Germany, v. 37, n. 4, p. 451- 462, 1982.

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

PROCÓPIO, S. O. et al. Sorção do herbicida atrazine em constituintes organominerais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 391-400, 2001.

PROCÓPIO, S. O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: UFV, 2003. 153 p.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

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

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa da cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2.ed. Piracicaba: Os Autores, 2009. 333 p.

ROBERTSON, M. J.; WOOD, A. W.; MUCHOW, R. C. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. radiation use, biomass accumulation and partitioning. **Field Crops Research**, Queensland, v. 48, n. 1, p. 11-25, 1996.

RODRIGUES, D. J. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista, 1995. 99 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 592 p.

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

ROLIM, J. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Período crítico de competição de plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum APC**, São Paulo, v. 5, n. 22, p. 21-26, 1982.

SEGATO, S. V. et al. **Atualizações em produção em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livro Ceres, 2006. 415 p.

SEYBOLD, C. A.; MERSIE, W.; MCNAMEE, C. Anaerobic degradation of atrazine and metolachlor and metabolite formation in wetland soil and water microcosms. **Journal Environmental Quality**, Corvallis, v. 30, n. 4, p. 1271-1277, 2001.

SHANER, D. L.; MALLIPUDI, N. M. Mechanisms of selectivity of the imidazolinones. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. (Ed.) **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 91-102.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA, JUNIOR, R. S. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 367 p.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL - SINDIVEG. **Estatísticas do setor**. Moema: [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.sindiveg.org.br/estatisticas.php>>. Acesso em: 27 ago 2014.

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

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C. Efeitos alelopáticos do calopogonio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 211-218, 2003.

SPINDLER, F. et al. Enantioselective catalysis for agrochemicals: synthetic routes to (S)-metolachlor, (R)-metalaxyl and (alpha S,3R)-clozylacon. **Pesticide Science**, Basel, v. 54, n. 3, p. 302-304, 1998.

TOLEDO, R. E. B. et al. Dinamic (amicarbazone) - novo herbicida seletivo para o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. 451 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”- UNESP. **Dados climáticos diários:** estação Itapura. Ilha Solteira: Canal clima da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2013. Disponível em:<<http://clima.feis.unesp.br/detailestacao.php?id=14>>. Acesso em: 16 out 2015.

UNIVERSITY OF MINNESOTA. **Cultural & chemical weed control in field crops.** Saint Paul: University of Minnesota, 1999. 85 p.

VICTÓRIA FILHO; R., CAMARGO, P. N. Efeito de herbicidas nos teores de macronutrientes e nas características tecnológicas da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). I - Misturas de herbicidas em pós-emergência. **Planta Daninha**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 96-107, 1980.

VILELA, H. **Agronomia:** portal da ciência e tecnologia. Belo Horizonte: [s.n.], 2014. (Série Leguminosas Tropicais - Gênero Calopogonio-*Calopogonio muconoides*). Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_leguminosas_tropicais_calapogonio.htm>. Acesso em: 27 ago 2014.

WELBAUM, G. E., MEINZER, F. C. Compartmentation of solutes and water in developing sugarcane stalk tissue. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 93, n. 3, p. 1147–1153, 1990.

WIEDENFELD, R. P. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilization. **Agricultural Water Management**, Weslaco, v. 43, n. 2, p. 173-182, 2000.