



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA  
E AMBIENTE.



Renan dos Santos Sabbag

EFEITO DE HERBICIDAS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR E NO CONTROLE  
DE PLANTAS DANINHAS.

Araras-SP

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA  
E AMBIENTE.



Renan dos Santos Sabbag

EFEITO DE HERBICIDAS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR E NO CONTROLE  
DE PLANTAS DANINHAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação  
em Agricultura e Ambiente da UFSCar-CCA para  
obtenção do título de mestre sob orientação da Profa. Dra.  
Patrícia Andrea Monquero.

Araras-SP

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S114e Sabbag, Renan dos Santos  
Efeito de herbicidas no desenvolvimento inicial  
de variedades de cana-de-açúcar e no controle de  
plantas daninhas / Renan dos Santos Sabbag. -- São  
Carlos : UFSCar, 2016.  
56 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de  
São Carlos, 2015.

1. Ipomoea nil. 2. Ipomoea triloba. 3. Merremia  
cissoides. 4. Mudanças pré-brotadas. 5. Cana-de-açúcar.  
I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

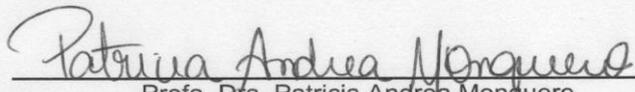
Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente

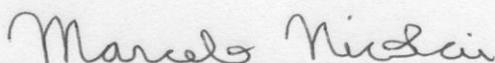
---

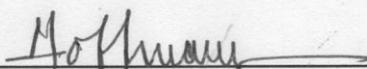
Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Renan dos Santos Sabbag, realizada em 18/12/2015:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Patricia Andrea Monquero  
UFSCar

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo Nicolai  
AGROCON

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Hermann Paulo Hoffmann  
UFSCar

Dedico este trabalho aos meus pais Rosana dos Santos Sabbag e Sérgio Viola Sabbag, e a minha irmã, Barbara Sabbag Piazza que sempre me apoiaram e me concederam todo auxílio e educação necessários para conquistar meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus pela vida, e por me conceder todo o auxílio que preciso para seguir o seu caminho.

Agradeço aos meus pais, pela educação e formação de vida que me deram.

Agradeço a minha irmã, por sempre me apoiar.

Agradeço a minha namorada Carolina Pereira da Silva, pelo companheirismo.

Agradeço a Profa. Dra. Patrícia Andrea Monquero, por todo auxílio e orientação para a condução deste trabalho.

Agradeço a BASF, especialmente ao Engenheiro Agrônomo, M.Sc Daniel Medeiros por todo auxílio, apoio e suporte para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar (PMGCA), especialmente ao Prof. Dr. Hermann Paulo Hoffmann pelo suporte e ajuda que precisei para a condução do trabalho.

Agradeço aos amigos de GECA (Grupo de Estudos em Ciências Agrárias), por me ajudarem na condução prática do trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Agricultura e Ambiente por acreditar no meu trabalho.

Agradeço a todos que de alguma maneira me ajudaram para o desenvolvimento deste trabalho.

“A humildade é o primeiro degrau para a sabedoria.”

São Tomás de Aquino

## Resumo

O método químico de controle de plantas daninhas é o mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar, sendo necessários estudos que englobem não só o manejo das plantas, mas também o efeito destes herbicidas sobre o desenvolvimento da cultura, principalmente nas novas variedades. Portanto, este trabalho foi desenvolvido com os objetivos: (1) avaliar a eficácia de controle dos herbicidas ametrina, clomazone, diuron+hexazinone, metribuzim, saflufenacil, sulfentrazone e tebuthiuron utilizados de maneira isolada e em associação, no controle de *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba* e *Merremia cissoides*, submetidos a diferentes períodos de seca, sendo 0, 20, 40 e 60 dias sem irrigação; (2) avaliar o efeito dos herbicidas ametrina, clomazone, diuron+hexazinone, metribuzim, saflufenacil, sulfentrazone e tebuthiuron no desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar por meio de mudas pré-brotada. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação no CCA/UFSCar com irrigação por aspersão controlada. Foram utilizados vasos de 4 litros, preenchidos com Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 repetições, nas duas partes do projeto. No trabalho sobre eficácia dos herbicidas no controle de plantas daninhas, os herbicidas foram aplicados sobre o solo e submetidos a períodos de seca de 0, 20, 40 e 60 dias, antes da semeadura das espécies daninhas. Após os períodos de seca 0, 20 40 e 60 dias, as sementes de *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba* e *Merremia cissoides* foram semeadas com o mínimo revolvimento do solo e as avaliações foram feitas aos 45 dias após a semeadura (DAS), de forma visual utilizou-se uma escala percentual. No trabalho com mudas de variedades de cana, os herbicidas foram aplicados aos 3 e 10 dias após o transplante das mudas pré-brotadas e foram feitas avaliações visuais com 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), também se utilizando uma escala visual com notas entre 0 e 100%. Nas avaliações quantitativas avaliou-se os parâmetros altura de planta (m), área foliar (cm<sup>2</sup>) e biomassa seca de parte aérea (g) com 60 DAT. Com relação a eficácia no controle de plantas daninhas observou-se uma redução da eficiência de controle dos herbicidas saflufenacil, clomazone, ametrina e metribuzim, quando submetidos à períodos de seca. No caso de saflufenacil a eficácia de controle se manteve até os 20 dias de período de seca. As variedades de mudas pré-brotadas (MPBs) mostraram ser diferentes quanto à fitotoxicidade e parâmetros biométricos em relação ao herbicida aplicado. O tratamento de saflufenacil + clomazone foi o mais fitotóxico às mudas de cana-de-açúcar, contudo, dependendo da variedade, não afetou sua biomassa seca. O

metribuzim, foi o herbicida mais seletivo, em associação com o saflufenacil, o saflufenacil isolado mostrou fitotoxicidade abaixo de 30% em todas as variedades.

**Palavras-chave:** *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba*, *Merremia cissoides*, mudas pré-brotadas, cana-de-açúcar.

### **Abstract**

The chemical method of weed control is the most used in the culture of sugarcane, and studies covering not only the management of plants, but also the effect of these herbicides on crop development, especially in new varieties. Therefore, this study was conducted with the objectives: (1) evaluate the effectiveness of control of ametryne herbicides, clomazone, diuron + hexazinone, metribuzin, saflufenacil, sulfentrazone and tebuthiuron used in isolation and in combination, in controlling *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba* and *Merremia cissoides*, submitted to different periods of drought, with 0, 20, 40 and 60 days without irrigation; (2) evaluate the effect of ametryne herbicides, clomazone, diuron + hexazinone, metribuzin, saflufenacil, sulfentrazone and tebuthiuron in the early development of varieties of sugarcane through pre-sprouted seedlings. The tests were conducted in a greenhouse in the CCA / UFSCar with controlled irrigation sprinkler. 4-liter pots were used, filled with sandy clay loam soil. The experimental design was completely randomized with four repetitions, in both parts of the project. At work on effectiveness of herbicides in weed control, herbicides were applied on the ground and subjected to drought periods of 0, 20, 40 and 60 days before sowing the weed species. After the drought 0, 20 40 and 60 days, the seeds of *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba* and *Merremia cissoides* were sown with minimal soil disturbance and evaluations were made 45 days after sowing (DAS), visually We used a percentage scale. In working with seedlings of sugarcane varieties, herbicides were applied at 3 and 10 days after transplantation of pre-sprouted seedlings and were made visual assessments with 7, 15, 30 and 60 days after treatments (DAT), also using a visual scale ranging from 0 to 100%. In quantitative assessments we evaluated the plant height parameters (m), leaf area (cm<sup>2</sup>) and shoot dry biomass (g) with 60 DAT. With respect to efficiency in weed control there was a reduction of saflufenacil herbicides control efficiency, clomazone, ametryne and metribuzim when subjected to drought periods. In the case of saflufenacil control efficacy was maintained until 20 days of drought. The varieties of pre-sprouted seedlings (BPMs) were shown to be different in phytotoxicity

and biometric parameters in relation to the applied herbicide. The treatment saflufenacil + clomazone is phytotoxic to as sugarcane cuttings, however, depending on the variety, did not affect its dry biomass. The metribuzin, was the most selective herbicide in association with saflufenacil, saflufenacil isolated showed phytotoxicity below 30% in all varieties.

**Keywords:** *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba*, *Merremia cissoides*, pre-sprouted seedlings, sugarcane.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1 Propriedades físico-químicas dos herbicidas .....	2
2.1 Coeficiente de distribuição octanol-água (Kow) .....	3
2.1 Solubilidade em água (S) .....	3
2.1 Meia-vida no solo (T1/2) .....	4
2.1 Pressão de Vapor (P).....	6
2.1 Constante da Lei de Henry (H) .....	6
2.1 Constante de ionização ácido/base .....	7
2.1 Propriedades do solo que influenciam a sorção dos herbicida .....	7
2.1 Textura e tipo de mineral do solo .....	8
2.1 Matéria Orgânica .....	8
2.1 pH da solução .....	9
2.1 Herbicidas utilizados .....	10
2.1 Manejo de plantas daninhas e seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar .....	15
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	17
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	43
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

O controle químico tem grande aceitação por apresentar diversas vantagens, como menor dependência de mão-de-obra, em épocas chuvosas é o mais eficiente, possui ação na linha de plantio sem afetar o sistema radicular das culturas, permite o uso de cultivo mínimo ou plantio direto, controla plantas daninhas de propagação vegetativa, entre outros (SILVA; SILVA, 2013).

Devido à cobertura morta, ou palha deixada pela colheita mecanizada, são ocasionadas mudanças químicas, físicas e biológicas no solo, podendo provocar a seleção da comunidade infestante. Atualmente a espécie do gênero *Ipomoea* e *Merremia* são consideradas espécies-problema no sistema cana-crua (MONQUERO et al., 2009; AZANIA et al., 2002; CORREIA; DURIGAN, 2004).

Além dos prejuízos ocasionados pela competição por água, luz, nutrientes e espaço, essas espécies causam sérios danos à cana-de-açúcar no momento da colheita, pois dificulta o corte mecanizado, o que compromete o rendimento das máquinas e a qualidade do produto colhido (CORREIA; KRONKA, 2010).

A eficácia de controle dos herbicidas sobre as plantas daninhas não depende somente das características dos herbicidas, mas também do tipo de solo, fatores ambientais, e as práticas adotadas nos sistemas de produção da cana-de-açúcar. Dentre os diversos fatores que governam o comportamento dos herbicidas, o conteúdo de água é um deles (CHRISTOFFOLETI; OVEJERO, 2009).

Carbonari et al.(2010), observaram que o herbicida clomazone+hexazinone, aplicados em um Latossolo Vermelho Escuro com 20% de argila, submetido a um período de seca de 60 dias, apresenta eficácia de controle nas espécies *Ipomoea grandifolia* e *Ipomoea hederifolia*.

Azania et al.(2009), constataram que com 150 dias de seca, em um Latossolo Vermelho com 49,9% de argila, os herbicidas amicarbazone e sulfentrazone, apresentaram controle inferior a 80% na planta daninha *Euphorbia heterophylla*, já o imazapic neste mesmo período de seca mostrou-se eficaz com 90,83% de controle. Todavia, o controle de *Ipomoea nil* do herbicida imazapic foi abaixo de 80%, sendo o mesmo comportamento observado para o amicarbozone, nesta espécie infestante o herbicida sulfentrazone apresentou controle de 90%.

Além de apresentar eficácia no controle de plantas daninhas, é importante que os herbicidas não provoquem fitotoxicidade nas culturas, prejudicando suas produtividades, assim os herbicidas são classificados quanto à seletividade em seletivos e não seletivos. Herbicidas seletivos são aqueles que são mais tolerados por determinada espécie ou variedade de plantas do que por outras, já os não seletivos são aqueles que atuam indiscriminadamente sobre todas as espécies de plantas (SILVA; SILVA, 2013).

A seletividade de herbicidas depende de alguns fatores, como as características físico-químicas dos herbicidas, da dose utilizada, do estágio de desenvolvimento da cultura, da suscetibilidade dos genótipos e das condições edafoclimáticas no momento da aplicação (TORRES et al., 2012).

Cada variedade de cana-de-açúcar tem uma resposta diferente no contato com herbicidas, e por consequência, frequentes problemas de fitointoxicação, reduz a produtividade do canavial (FERREIRA et al., 2010).

Recentemente, algumas empresas vêm tentando mudar o sistema de plantio canavieiro, através da tecnologia de mudas pré-brotadas, as quais proporcionam um menor volume de mudas para o plantio, melhor controle na qualidade de vigor, isenção de pragas e algumas doenças, proporcionando assim, uma maior homogeneidade do canavial. Porém possui algumas desvantagens como a necessidade de água para que ocorra o pegamento no solo, e a ausência de conhecimento em relação ao manejo com herbicidas.

Em mudas pré-brotadas, o herbicida diclosulam pode afetar tanto a massa seca do sistema radicular, como da parte aérea, diferindo estatisticamente da testemunha, para as variedades CTC 14, CTC 7 e RB 96 6928 (DIAS, 2014).

Existe uma carência sobre informações de como os herbicidas se comportarão quando aplicados em área total antes ou logo após o plantio de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, principalmente para os produtos que apresentam seletividade por recomendação em suas respectivas bulas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Propriedades físico-químicas dos herbicidas**

Cada herbicida possui propriedades específicas, que podem variar até dentro de um mesmo grupo químico, é essencial o conhecimento dessas propriedades para o uso eficiente dos herbicidas (PROCÓPIO et al., 2003).

### **2.2 Coeficiente de distribuição octanol-água ( $K_{ow}$ )**

É a medida da intensidade da afinidade de uma molécula pela fase polar, representada pela água e apolar, representada pelo 1-octanol. Portanto mede o caráter hidrofóbico ou hidrofílico de uma molécula (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Herbicidas que são considerados lipofílicos possuem valores de log  $k_{ow}$  elevados, maiores do que 4,0 possuem a tendência de se aderir em materiais lipídicos, como por exemplo, a matéria orgânica do solo, assim apresentando uma menor mobilidade no mesmo (LAVORENTI et al., 2003).

Além disto, herbicidas com  $K_{ow}$  elevado podem penetrar mais facilmente pela cutina, mas no interior da planta podem também ser imobilizados temporariamente nos tecidos lipídicos (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Já herbicidas hidrofílicos, possuem valores de log  $k_{ow}$  baixos, menores do que 1,0 possuem a características de serem mais solúveis em água, logo não são retidos facilmente aos materiais lipídicos, apresentando baixa adsorção a matéria orgânica do solo (LAVORENTI et al., 2003).

### **2.3 Solubilidade em água(S)**

A solubilidade é a quantidade máxima com que o herbicida é dissolvido em água, em uma determinada temperatura, até ocorrer a saturação da solução (LAVORENTI, 1996). O valor de S é expresso em partes por milhão (ppm) a 20 ou 25°C e a pH 5 e 7 ou em  $\text{mg L}^{-1}$  (miligramas do herbicida por litro de água).

Quanto mais polar o herbicida, maior será sua afinidade por água e assim, maior sua solubilidade (SILVA; SILVA, 2007). Um herbicida pouco solúvel, precisa de um alto teor de água no solo para ficar disponível na fase líquida, comparando-se com um herbicida de alta solubilidade. Porém herbicidas de alta solubilidade, em altas

precipitações tendem a ser mais rapidamente lixiviados, principalmente em solos de textura média e arenosa (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

Monquero et al. (2008) observou que o herbicida diuron+hexazinone aplicado no solo e submetido a uma precipitação de 20mm, moveu-se ao longo do perfil do solo até 10 cm de profundidade, já sendo submetido a 60mm de chuva, a profundidade alcançada pelo herbicida foi de 25 cm.

Inoue et al. (2007) também estudando o potencial de lixiviação de herbicidas, constatou que com uma lâmina de água de 40mm, o imazapic cuja solubilidade é de 2200 ppm (solubilidade muito alta) lixiviou-se a uma profundidade de 15 cm, já com uma chuva de 60mm o herbicida movimentou-se até 20 cm de profundidade, em um Latossolo Vermelho Distrófico.

Já avaliando o potencial de lixiviação de diuron, que por sua vez possui baixa solubilidade (42 ppm) Inoue et al. (2008) observou que o herbicida em um Latossolo Vermelho Distrófico, com precipitações de até 40mm movimentou-se até a camada de 0 a 5 cm de profundidade.

#### **2.4 Meia-vida do herbicida no solo ( $T_{1/2}$ )**

Conceitua-se meia-vida como o tempo, em dias, para que 50% das moléculas do herbicida sejam dissipadas (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Essa dissipação, é a passagem do herbicida para formas não ativas, logo envolve a parcela do produto que sofreu degradação (luz, microorganismos), metabolização, absorção. (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

Na prática a meia-vida vai indicar o período que o herbicida será eficiente no controle das plantas daninhas, ou seja, sua persistência. Porém em alguns casos, poderá ocorrer a formação de metabólitos, os quais podem ser mais tóxicos que a molécula original, como por exemplo, no caso da atrazina (PEIXOTO et al., 2000). Em situações como estas, a meia-vida é menor que o período de eficácia e leva-se em consideração a meia-vida dos metabólitos tóxicos (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

A meia-vida indica o tempo residual dos herbicidas, sendo de fundamental importância para evitar fitotoxicidade em culturas subsequentes, que não são seletivas a determinado herbicida (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Na cana-de-açúcar o controle químico é o método de controle mais adotado para o controle de plantas daninhas, isso pelo menor custo, eficiência de aplicação em grandes áreas além da sua diversidade de moléculas e formulações.

Com a expansão da cultura da cana-de-açúcar, as aplicações de herbicidas não são restritas somente aos períodos úmidos, há a necessidade de se aplicar no período de estiagem, ou seca, com isso é interessante que os herbicidas aplicados persistam no solo até o início das chuvas (AZANIA et al., 2009).

O herbicida em questão, o tipo de solo e as condições climáticas, afetam processos como lixiviação, adsorção, e as vias de degradação das moléculas herbicidas (SILVA et al., 1999), com isso herbicidas com características como alta solubilidade em água, baixa pressão de vapor, baixa adsorção aos colóides do solo e possuindo como principal via de degradação a microbiana são importantes, para serem aplicadas na época seca (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

Marchiori et al. (2005) observou que o isoxaflutole pôde proporcionar controle satisfatório, acima de 80% em *Brachiaria decumbens*, após 60 dias de sua semeadura, até os 40 dias de período de seca após aplicado, após esse período ocorre uma redução de sua eficácia de controle.

Correia, Braz e Fuzita (2010) estudando o controle de herbicidas em *Merremia aegyptia* concluíram que o herbicida amicarbazone apresenta melhor eficácia de controle na espécie daninha, submetido ao período de seca de julho a outubro, porém para os demais herbicidas estudados, imazapic, clomazone+hexazinone, incluindo o amicarbazone, há a necessidade de um complemento no manejo químico das plantas daninhas na época úmida.

Carvalho et al. (2012) observaram que o herbicida imazapic apresenta eficácia em época seca, no controle de plantas daninhas de infestação natural e do bioindicador pepino. Os herbicidas amicarbazone, hexazinone, isoxaflutole e sulfentrazone possuem propriedades positivas para aplicação ao solo em época seca, como elevada solubilidade, baixo K<sub>ow</sub> e baixa fotodegradação. Entretanto o herbicida clomazone não controla adequadamente a infestação natural de plantas daninhas e o bioindicador pepino, submetidos também a período de seca.

O saflufenacil, aplicado sobre um Latossolo Vermelho distrófico, apresenta um controle em plantas bioindicadoras de pepino (*Cucumis sativus*) satisfatório, ou seja, acima de 80% até os 28 dias após sua aplicação, essa eficácia é reduzida quanto maior for o período de seca (MONQUERO et al., 2012).

## 2.5 Pressão de vapor(P)

A pressão de vapor (P) de um herbicida é uma forma de medir a tendência de sua volatilização. No entanto, a pressão de vapor é uma função direta da temperatura, com isso o valor de P não indica em qual taxa o herbicida se volatilizará. Herbicidas com valores de  $P > 10^{-2}$  mmHg são classificados como muito voláteis, isso a temperatura de 25°C; já de  $10^{-4} \leq P \leq 10^{-3}$ , mediamente voláteis; de  $10^{-7} \leq P \leq 10^{-5}$ , pouco voláteis; e  $P < 10^{-8}$ , não voláteis (DEUBER, 1992).

A pressão de vapor determina a tendência de volatilização de um herbicida em seu estado normal puro, a certa temperatura. (SILVA; SILVA, 2007). Logo quanto maior a pressão de vapor, maior é o potencial de volatilização do herbicida (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

Além da pressão de vapor, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, aumentam a volatilidade dos herbicidas (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

A volatilização pode ser evitada ou reduzida, incorporando o herbicida ao solo, com uma grade ou até fazendo uso da irrigação. A maioria dos herbicidas usados na cultura da cana-de-açúcar não sofrem volatilização, não sendo necessária a incorporação dos mesmos (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

## 2.6 Constante da Lei de Henry (H)

Esta constante refere-se ao coeficiente de partição ar-líquido ou vapor-líquido, indicando o grau de volatilidade de um composto químico em uma solução. Usualmente o valor desta constante é inversamente proporcional a solubilidade do composto, assim, um valor de H elevado indica que o composto químico é altamente volátil (LAVORENTI et al., 2003).

Para herbicidas no estado gasoso, a solubilidade em água tem menor importância do que para aqueles na fase líquida e sólida. Geralmente a solubilidade de gases é medida quando a pressão parcial do gás acima da solução é de uma atmosfera (1 atm), cenário que difere da maioria das condições do meio ambiente. Logo, um parâmetro para medir a relação da pressão atmosférica para as concentrações da solução em pressões parciais baixas de gases, é a constante da lei de Henry (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

## 2.7 Constante de ionização ácido/base

Constante de ionização ácido/base, ou conhecida como  $pK_a/pK_b$ , é o potencial de dissociação da molécula do herbicida, conceitua-se em o valor de pH do solo onde o herbicida possui 50% das moléculas não dissociadas e 50% na forma dissociada. Assim os herbicidas podem ser divididos em três classes:

- a) Herbicidas ácidos fracos, nessa classe de herbicidas, se o pH da solução for igual ao  $pK_a$  do herbicida, este apresentará 50% de suas moléculas não dissociadas, e, 50% na forma aniônica. Logo, se o pH do solo for maior que o  $pK_a$  do herbicida, suas moléculas estarão na forma aniônica, na solução do solo, o que é necessário para que ocorra a absorção das moléculas de herbicida pelas raízes, além de sua capacidade de sorção no solo ser reduzida. Se caso o pH for menor que o  $pK_a$ , maior será a capacidade de sorção do herbicida aos colóides do solo (SILVA; SILVA, 2007). Alguns exemplos de herbicidas ácidos fracos são: 2,4-D, imazapyr, picloram, trifloxysulfuron-sodium, imazetaphyr (SILVA; SILVA, 2013).
- b) Herbicidas base fraca, nesta classe, quando o pH da solução for menor que o  $pK_a$  do herbicida, será grande a capacidade de sorção do herbicida aos colóides do solo, pois as moléculas estarão na forma catiônica. Porém se o pH do solo for maior que o  $pK_a$  do herbicida, a tendência será de o herbicida ficar em sua forma molecular, sendo baixo o seu potencial de sorção (KOGAN & PÉREZ, 2003). Alguns exemplos de herbicidas bases fracas são: ametrina, metribuzim, atrazina (SILVA; SILVA, 2013).
- c) Herbicidas não iônicos, os quais não doam e nem recebem prótons, são menos afetados pelo pH da solução do solo (SILVA; SILVA, 2007). Alguns exemplos de herbicidas não iônicos são: diuron, trifluralina, linuron (SILVA; SILVA, 2013).

## 2.8 Propriedades do solo que influenciam a sorção dos herbicidas.

O solo é formado por um sistema trifásico, por uma fase sólida, uma líquida e uma gasosa. Ocupando os poros do solo, está a fase líquida e gasosa, esses poros estão divididos em macro e micro poros, essas duas fases podem sofrer alterações que modificam a proporção existente entre essas duas fases (BERNARDO, 1982). Essas alterações influenciam a quantidade de água no solo, podendo alterar o comportamento de herbicidas no solo (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009). A fase

sólida é a mais importante em relação ao comportamento dos herbicidas em decorrência a sua capacidade sortiva, como veremos a seguir.

## **2.9 Textura e tipo de mineral do solo**

A fração mineral do solo é constituída por frações de argila, silte e areia, as quais determinam as classes texturais dos solos. Atualmente a recomendação de doses dos herbicidas quando aplicados em pré-emergência ou ainda em pré-plantio incorporado é feita com base na textura do solo (SILVA; SILVA, 2007).

Quanto maior a superfície específica de uma fração mineral, maior sua contribuição para a capacidade sortiva do solo, com isso a retenção de nutrientes, moléculas orgânicas e água, é associada ao conteúdo de argila no solo. Além disso, uma característica determinante no processo de sorção é a constituição da fração argila (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

A caulinita argila 1:1 possui uma lâmina de silício para uma lâmina de alumina, a ligação entre as lâminas é feita por pontes de hidrogênio, uma ligação forte, não ocorrendo retenção de água e íons nas faces internas de minerais de argila 1:1. A montmorilonita argila 2:1 possui duas lâminas de silício para uma lâmina de alumina, a ligação entre as lâminas é fraca, ocorrendo assim retenção de água e íons tanto na face externa quanto interna dos minerais de argila (RAIJ, 1991).

Assim, em solos com argilas do tipo 2:1, ocorrerá uma maior adsorção de herbicidas que estão na solução do solo, comparados a solos que possuem argilas 1:1. Uma vez que, quanto maior a superfície específica de uma fração mineral, como visto anteriormente, maior é sua capacidade de troca catiônica (CTC) e maior sua capacidade de retenção no solo, e argilas do tipo 2:1 como montmorilonita e vermiculita são as que possuem maior superfície específica, e também maior CTC (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009).

## **2.10 Matéria orgânica**

A composição da matéria orgânica (M.O.) é heterogênea, envolvendo desde microorganismos até o húmus (ALLEONI, 2002). A M.O. inclui raízes de plantas, resíduos de animais e plantas e biomassa microbiana fresca e em diferentes estádios de decomposição. A matéria orgânica, mesmo que em pequenas quantidades, possui grande efeito sobre as propriedades físico-químicas de um solo, além de aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC) e contribuir para a sorção de moléculas orgânicas,

principalmente em solos tropicais, que possuem baixa CTC devido a origem de seus minerais de argila (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

A estabilidade da ligação do herbicida à matéria orgânica é maior do que a ligação do herbicida com os minerais do solo (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJERO, 2009). Logo se deve considerar o teor de M.O. do solo para a recomendação de doses e não apenas a classe textural como é feito no Brasil (BELTRÃO; PEREIRA, 2001).

Devido a maioria dos herbicidas apresentarem grande afinidade ao carbono orgânico do solo, que está presente na matéria orgânica, deve ser considerado com a finalidade de avaliar a capacidade de sorção dos herbicidas, principalmente os não-iônicos, o coeficiente de sorção em função do carbono orgânico (Koc) (OLIVEIRA JR; CONSTANTIN; INOUE, 2011).

Foloni (1999) estudou o comportamento da atrazina em Latossolo Roxo em um sistema de manejo convencional e de plantio direto; constatou que a matéria orgânica do solo foi o principal fator pela adsorção do herbicida atrazina.

Silva et al. (2012) estudando a mobilidade da ametrina em solos brasileiros, observou que maiores teores de matéria orgânica no solo, proporciona uma menor movimentação dos herbicidas no mesmo. Assim, o potencial de lixiviação de um herbicida é influenciado pelo teor de matéria orgânica presente no solo.

A sorção do diuron, está diretamente relacionada aos teores de matéria orgânica (m.o.) dos solos, sendo que os solos com maiores teores de m.o. apresentam os maiores coeficientes de sorção (ROCHA et al., 2013). O saflufenacil possui comportamento semelhante, pois sua sorção é elevada em solos com maior teor de matéria orgânica (MATALLO et al., 2014).

## **2.11 pH da solução**

Uma das principais propriedades do solo que afetam o comportamento dos herbicidas, principalmente aqueles com grande capacidade de ionização é o potencial hidrogeniônico (pH). A influência do pH do solo na retenção e degradação dos herbicidas está relacionada com a capacidade de dissociação eletrolítica (pka) dos mesmos, ou seja, o processo de adsorção dos herbicidas pode variar de acordo com a relação do valor de pka e do valor de pH da solução em que os herbicidas se encontram (SILVA; SILVA, 2013).

Com isso, a calagem do solo, por exemplo, pode afetar a capacidade de sorção dos herbicidas, solos com pH elevado possuem sua capacidade de retenção dos herbicidas reduzida (SILVA; SILVA, 2007).

Refatti et al. (2014), observou, uma maior mobilidade dos herbicidas imazethapyr e imazapyr acompanhando o aumento de pH de solos, pela calagem. Monquero et al. (2010) estudando o herbicida imazapic, também observou um aumento no controle de plantas bioindicadoras, quando o pH do solo foi maior, ou seja, menor foi a adsorção do imazapic e maior sua disponibilidade para as plantas o absorverem.

Ferri et al. (2000) observou maiores danos do herbicida flumetsulam na cultura da aveia, com o aumento de pH do solo. O flumetsulam reduziu a área de superfície radicular e o comprimento de raízes acompanhando a elevação de pH do solo de 5,1 para 6,4.

## **2.12 Herbicidas utilizados**

### **Saflufenacil**

É um herbicida que pode ser aplicado em pré-emergência, pré-plantio incorporado e pós-emergência para a cultura da cana-de-açúcar, é também recomendado para as culturas do milho, soja, trigo e algodão. O saflufenacil apresenta controle para eudicotiledôneas, é pertencente ao grupo das pirimidinadionas inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox). Possui como características físico-químicas uma pressão de vapor de  $2 \times 10^{-14}$  mmHg a 25°C se caracterizando como um herbicida não volátil, sua meia vida  $t_{1/2}$  varia de uma a cinco semanas, é um herbicida ácido moderado possuindo pka de 4,3, sua solubilidade em água é de 30mg/L em pH 5,0 e de 2100mg/L em pH 7,0 (BASF, 2008).

A matéria orgânica do solo possui alta afinidade com a molécula saflufenacil, logo quanto maior o teor de matéria orgânica menor a quantidade da molécula disponível para a absorção das plantas (MONQUERO et al., 2012).

O saflufenacil aplicado em cana-de-açúcar em pós-emergência é eficaz no controle de *Ipomoea nil* e *Euphorbia heterophylla* até os 45 dias após sua aplicação na dose de 140g/ha, não influenciando na produtividade e altura da cultura (COSTA, 2014).

O saflufenacil aplicado após 49 dias da colheita da cana-de-açúcar, é seletivo para as variedades: SP83-2847, SP80-3280, SP80-1816, SP80-1842, SP89-1115, SP81-3250, RB855453, RB867515 e RB855156 (COSTA et al., 2012).

## **Sulfentrazone**

Herbicida recomendado para as culturas da cana-de-açúcar e soja no pós-plantio das mesmas e em pré-emergência das plantas daninhas, sendo aplicado da mesma forma para citrus e café. Utilizado para controle de dicotiledôneas e algumas monocotiledôneas, pertencente ao grupo das triazolonas sendo inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox). Esta molécula possui pressão de vapor  $1 \times 10^{-9}$  a  $25^\circ\text{C}$ , com a meia vida variando entre 110 e 280 dias, é um herbicida ácido fraco com  $pK_a$  igual a 6,56, sua solubilidade é de 110 mg/L a pH 6,0 e de 1600 mg/L a pH 7,5. A principal forma de degradação do sulfentrazone é pela via microbiana (FMC, 1995).

O sulfentrazone com 150 dias após sua aplicação na palha, na cultura da cana-de-açúcar, apresenta bom controle nas espécies *ipomoea nil* e *Ipomoea hederifolia*, além de demonstrar controle muito bom em *Ipomoea quamoclit*, em época de estiagem (AZANIA et al., 2009).

Blanco, Velini e Batista Filho (2010) estudaram a persistência do sulfentrazone aplicado em solo cultivado com cana-de-açúcar, passando por um período típico de chuvas e de estiagem, em dose aplicada do herbicida de 0,6 kg/ha, determinou-se uma persistência no solo de 601 dias após sua aplicação.

## **Tebuthiuron**

O tebuthiuron é um herbicida utilizado para o controle de plantas daninhas de folhas largas e lenhosas, e algumas monocotiledôneas, recomendado para a cultura da cana-de-açúcar pode ser aplicado em pré ou pós-emergência. É pertencente ao grupo das uréias substituídas, atuando no centro de reação do fotossistema II. Possui pressão de vapor  $2 \times 10^{-6}$  a  $20^\circ\text{C}$ , sua meia vida  $t_{1/2}$  é de 360 dias, é um herbicida não ionizável, com  $pK_a$  igual a 1,2, o que favorece sua movimentação no solo, sua solubilidade em água é de 2500 mg/L a  $25^\circ\text{C}$ , com o Koc de 80mL/g (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Prado et al. (2013), observou um controle do tebuthiuron na *Ipomoea triloba* acima de 90% em seca, após 30 dias da aplicação do tratamento. Negrisoli et al. (2007) também observou um bom controle do tebuthiuron na mesma espécie daninha.

## **Metribuzim**

É um herbicida recomendado para as culturas da cana-de-açúcar, aspargo, batata, café, mandioca, soja, tomate e trigo, podendo ser aplicado em pré ou pós-emergência inicial. É pertencente do grupo químico das triazinonas, inibindo a fotossíntese pelo bloqueio do fluxo de elétrons no fotossistema II. A sua pressão de vapor é de  $1,2 \times 10^{-7}$  a  $20^\circ\text{C}$ , com uma meia vida  $t_{1/2}$  de 30 a 60 dias, possui constante de dissociação (pka) igual a 1,0 o que favorece sua lixiviação, a solubilidade em água do metribuzim é de 1100mg/L a  $25^\circ\text{C}$ , com um Koc de 60mL/g (RODRIGUES ;ALMEIDA, 2011).

O metribuzim possui controle acima de 80% na *Ipomoea quamoclit*, em uma situação de cana soca na época úmida (MONQUERO et al., 2009). Já Carvalho et al. (2010), considerando como um controle eficiente, 80% de controle aos 120 dias após a aplicação do herbicida, ou seja, até o fechamento da cana-de-açúcar, observou-se que o metribuzim apresentou um controle somente de 63% nesta avaliação na espécie *Ipomoea nil*.

O metribuzim aplicado em pós-emergência inicial da soqueira da cana-de-açúcar, na variedade RB 85 5089, é seletivo, não apresentando sintomas de fitotoxicidade após 45 dias de sua aplicação (AZANIA et al., 2005).

## **Ametrina**

A molécula ametrina é utilizada nas culturas da cana-de-açúcar, café, citros, banana, soja, trigo e maçã, pode ser aplicada em pré ou pós-emergência. Está presente no grupo das triazinonas, atuando como inibidor da fotossíntese, ou seja, liga-se ao fotossistema II interrompendo o fluxo de elétrons da cadeia transportadora. Como características químicas possui pressão de vapor  $3,7 \times 10^{-4}$  a  $20^\circ\text{C}$ , com meia vida  $t_{1/2}$  variando de 70 a 129 dias, é um herbicida inonizável, de caráter básico com pka igual a 4,1, possui baixa solubilidade em água (200mg/L a  $25^\circ\text{C}$ ), com um Koc de 100 a 930L/kg, possui como principal via de degradação a microbiana (ROBERTS et al., 1998).

Gravena et al. (2004) observou um eficiente controle nas espécies *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba* e *Ipomoea hederifolia*, da mistura comercial trifloxysulfuron sodium+ametrina até 60 dias após sua aplicação.

Martins et al. (2010), observou que a associação de tebuthiuron+ametrina foi seletiva para as variedades de cana-de-açúcar SP83-2847, SP80-3280, RB855453,

SP80-1842, SP89-1115, RB867515, PO 8862, RB855156, SP80-1816 e SP81-3250, não afetando os parâmetros de produtividade da cultura.

### **Clomazone**

Utilizado em diversas culturas como cana-de-açúcar, arroz, tabaco, algodão, feijão, milho e soja, pode ser aplicado em pré e pós-emergência. É representante do grupo químico isoxazolidinona, e seu modo de ação é a inibição da síntese de carotenoides, impedindo a síntese dos compostos isoprenóides precursores do pigmento fotossintético (RODRIGUES;ALMEIDA, 2011). A pressão de vapor da molécula clomazone é de  $1,4 \times 10^{-4}$  mmHg a 25°C, sua solubilidade em água é de 1100mg/L a 20°C (LOCKE et al., 1996). A meia vida  $t_{1/2}$  do clomazone varia entre 5 e 117 dias dependendo das condições ambientais e tipo de solo, sendo sua principal via de degradação a microbiana. (KIRKSEY et al., 1996). O clomazone possui Koc variando entre 150 e 562cm<sup>3</sup>/g e valor de constante da Lei de Henry igual a  $4,19 \times 10^{-3}$  Pa m<sup>3</sup>/mol, apresentando maior fitotoxicidade em meio a água abundante (ESTÉVEZ et al., 2008).

O clomazone pode apresentar controle superior a 90% após 91 dias após sua aplicação em solo, quando em associação ao hexazinone, nas espécies *Ipomoea triloba*, *Ipomoea nil* e *Ipomoea hederifolia*, em uma condição de período inicial de estiagem seguido do período chuvoso (CARBONARI et al., 2010). Nicolai et al., 2012 também observaram eficácia de controle de 100% em espécies do gênero *Bidens* susceptíveis e resistentes, aos 28 dias após aplicação do clomazone sobre o solo.

Entretanto, Carvalho et al. (2012), observou que em um período de estiagem, o clomazone não obteve médias de controle superiores ou iguais a 80%, em uma infestação natural de plantas daninhas.

O clomazone aplicado em cana-de-açúcar na variedade RB 86 7515 em condição de plantio e em pré-emergência da cultura, apresentou fitotoxicidade de 17,5% aos 15 dias após a brotação da cana-e-açúcar, porém os danos fitotoxicos não refletiram em perdas significativas de rendimento ou de qualidade de colmos (BARELA;CHRISTOFFOLETI, 2006).

### **Hexazinone**

O hexazinone é utilizado para a cultura da cana-de-açúcar, podendo ser aplicado em pré ou pós-emergência, sendo indicado para o controle de dicotiledôneas e

gramíneas. Herbicida pertencente ao grupo das triazinonas, e inibidor do fotossistema II. Possui solubilidade em água de 33000mg/L, pressão de vapor de  $1,4 \times 10^{-7}$  mm Hg, seu coeficiente de partição (Koc) é de 54 mL/g, sendo um herbicida com coeficiente de dissociação pka de 2,2, é considerado uma base fraca (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A fotodegradação, biodegradação e a lixiviação são as principais vias de dissipação do hexazinone, sendo sua principal forma de degradação a microbiana (ARSEGO, 2009).

### **Diurom**

O herbicida diurom, recomendado para a cultura da cana-de-açúcar pode ser aplicado em pré ou pós-emergência inicial das plantas daninhas. Está presente no grupo químico das uréias substituídas, inibindo o transporte de elétrons no fotossistema II. Possui pressão de vapor de  $6,9 \times 10^{-8}$  mm Hg a 25°C, logo é um herbicida não volátil, apresenta baixa solubilidade (42mg/L a 25°C), o seu coeficiente de partição (Koc) é de 400 L/kg, possui meia vida t<sub>1/2</sub> de 90 a 180 dias (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A principal via de degradação do diurom é pelos microrganismos do solo, podendo ser fotodecomposto se permanecer na superfície do solo durante alguns dias (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

A mistura comercial de hexazinone+diurom, quando submetida à períodos de seca pode proporcionar um controle de 100% com 90 dias de seca, após 21 dias da semeadura do bioindicador *Cucumis sativus* (pepino) (MONQUERO et al., 2008).

Correia; Kronka Jr, (2010), também observaram eficácia de controle de hexazinone+diurom de 100% até 69 dias após sua aplicação, porém não submetido em período de seca, em diferentes espécies de plantas daninhas, muitas delas usadas no presente trabalho, *Ipomoea triloba*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea purpúrea*, *Ipomoea quamoclit*, *Merremia aegyptia* e *Merremia cissoides*.

Azania et al. (2005) observou que o herbicida diuron+hexazinone aplicado em pós-emergência inicial da soqueira de cana-de-açúcar, na variedade RB 85 5089, apresenta sintomas de intoxicação acima de 35% após 15 dias de sua aplicação, porém não afeta a produtividade final da cultura.

### **2.13 Manejo de plantas daninhas e seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar (*Saccharum*) é uma planta pertencente à família das gramíneas ou poáceas. É considerada um híbrido complexo entre duas ou mais espécies do gênero *Saccharum* (*S.officinarum*, *S. spontaneum*, *S. barberi*, *S. sinense*, *S. edule* e *S. robustum*) (CHEN; CHOU, 1993).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo o estado de São Paulo o principal produtor com 51% da participação nacional numa área de 9.489.631 hectares, com produtividade média de 70t/ha.. A produção nacional para 2015 está estimada em 672.624.349 toneladas, com produtividade de 88 t/ha, 1,9% maior do que em 2014 (IBGE, 2015).

O sistema de produção de cana-de-açúcar sofreu alterações para se adequar às legislações ambientais, que proibiram o uso de fogo antes da colheita de canaviais, com isso houve modificações pela adoção desse novo sistema como, a eliminação do distúrbio pelo fogo; a ampliação do espaçamento entrelinhas; a introdução da colhedora como agente disseminador de sementes; a manutenção de uma camada de palha sobre o solo; e a operação de nivelamento do solo após o plantio na fase de desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (KUVA; SALGADO, 2014).

Diversos fatores influenciam a produtividade da cana-de-açúcar, entre eles está o convívio com as plantas daninhas, que além de ocasionar a competição por nutrientes, luz e espaço, dificultam a colheita e o rendimento industrial. O controle químico com herbicidas, pela sua eficácia é o mais utilizado, evitando essas possíveis perdas (PITELLI, 1985).

O uso dos herbicidas na cana-de-açúcar, causa efeitos diretos e indiretos na cultura, como redução de crescimento e desenvolvimento, podendo também afetar a qualidade de colmo colhido (NEGRISOLI et al., 2004), o uso dessas moléculas também ocasiona perda de produtividade e mudanças fisiológicas na cana-de-açúcar (AZANIA et al., 2006).

Os cultivares de cana-de-açúcar possuem diferenças em relação à tolerância ou sensibilidade aos herbicidas, a variedade RB855153, por exemplo, é mais sensível à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn, quando comparada às variedades RB835486, RB845210, RB867515, RB928064 (FERREIRA et al., 2005).

Parâmetros como produtividade (t/ha), comprimento e diâmetro de colmos e o número de entrenós são importantes para avaliar o efeito dos herbicidas sobre as características de produção da cana-de-açúcar (MONTÓRIO et al., 2005).

A avaliação dos sintomas visuais deve ser feita ao avaliar a seletividade de herbicidas, porém não deve ser o único fator a ser observado, considerando que existem herbicidas que reduzem a produtividade da cultura sem ocasionar sintomas visuais, ou ainda produtos que permitem que a cultura expresse seu potencial produtivo mesmo causando injúrias à planta, é importante avaliar a produtividade da cultura (NEGRISOLI et al., 2004).

O sistema de mudas pré-brotadas (MPB) substitui o sistema convencional, economizando níveis acima de 20 t/ha de mudas de cana-de-açúcar utilizadas no plantio, que podem ser levadas à indústria. O MPB oferece melhor controle de vigor e sanidade, permitindo a redução no volume de mudas, além de sua distribuição espacial permitir uma irrigação mais localizada e um aproveitamento melhor dos nutrientes originados da adubação, já que não ocorre um volume grande de mudas por metro como no sistema convencional, portanto há uma redução da competição entre plantas (LANDELL et al., 2013).

Dias (2014), avaliando o efeito dos herbicidas S-metolachlor, clomazone, sulfentrazone, diclosulam, metribuzim, diuron+hexazinone e S-metolachlor+sulfentrazone em mudas pré-brotadas, notou que a biomassa e a altura das mudas não foi afetada com a aplicação desses herbicidas, com exceção do herbicida diclosulam, que afetou esses parâmetros nas variedades CTC 14, CTC 7 e RB 96 6928.

Neste caso quando um herbicida afeta a altura e biomassa das mudas de cana-de-açúcar, pode-se afirmar que o fechamento da entrelinha ocorrerá tardiamente, podendo ocasionar uma maior infestação de plantas daninhas.

O melhoramento genético pode contribuir com o desenvolvimento de variedades mais tolerantes aos herbicidas, com isso diminuir as perdas de produtividade por fitotoxicidade (FERREIRA et al., 2010). Porém existem poucos trabalhos estudando a tolerância de variedades de cana-de-açúcar através de mudas pré-brotadas aos herbicidas.

### 3. OBJETIVOS

Verificar o efeito de diferentes herbicidas no desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar no sistema de mudas pré-brotadas, e avaliar a eficácia de herbicidas submetidos à períodos de seca no controle das plantas daninhas *Ipomoea triloba*, *Ipomoea nil* e *Merremia cissoides*.

### 4. MATERIAL E MÉTODOS

#### Eficácia de herbicidas submetidos à períodos de seca no controle de plantas daninhas.

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação no CCA/UFSCar com irrigação por aspersão controlada. As unidades experimentais foram em vasos com capacidade de 4 litros, preenchidos com amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 14X4, sendo 14 tratamentos e 4 períodos de seca com 4 repetições. Os tratamentos foram aplicados na pré-semeadura das plantas daninhas *Ipomoea triloba*, *Ipomoea nil* e *Merremia cissoides*, e podem ser visualizados na tabela 2.

**Tabela 1.** Análise química e física do Latossolo Vermelho distrófico.

Amostra	pH CaCl <sub>2</sub>	MO g dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K mmolc dm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V% %	Argila g Kg <sup>-1</sup>	Silte	Areia
0-20 cm	5,7	22	16	2,8	37	14	22	53,8	75,8	71	560	240	200

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados na aplicação em pré-emergência das plantas daninhas.

Herbicida (i.a) <sup>1</sup>	Produto comercial	Dose – pc <sup>2</sup> (L ou Kg/ha)	Dose – g i.a <sup>1</sup> /ha
<b>Testemunha</b>			
Saflufenacil+Ametrina	Heat + Gesapax	0,140 + 6,0	98 + 3000
Saflufenacil+Clomazone	Heat + Gamit Star	0,140 + 1,4	98 + 1120
Saflufenacil+Metribuzim	Heat + Sencor	0,140 + 3,5	98 + 1680
Saflufenacil+(Diuron+Hexazinone)	Heat + Velpar K	0,140 + 2,5	98 + (1170+330)
Saflufenacil+Tebuthiuron	Heat + Combine	0,140 + 1,6	98 + 800
Saflufenacil+Sulfentrazone	Heat + Boral	0,140 + 1,4	98 + 700
Saflufenacil	Heat	0,140	98
Ametrina	Gesapax	6,0	3000
Clomazone	Gamit Star	1,4	1120
Metribuzim	Sencor	3,5	1680
Diuron+Hexazinone	Velpar K	2,5	(1170+330)
Tebuthiuron	Combine	1,6	800
Sulfentrazone	Boral	1,4	700

1 i.a= ingrediente ativo

2 pc=produto comercial

O equipamento utilizado foi o costal pressurizado por ar comprimido, com barra de aplicação de 3m, espaçamento entre bicos de 0,5m, sendo os mesmos do tipo leque, modelo XR 110.02 (Figura 1). A vazão utilizada foi de 150 L/há. A aplicação foi realizada com temperatura de 24°C, umidade de 57% e velocidade do vento entre 4 e 6 Km/h.

Após a aplicação, os vasos foram realocados em outra casa de vegetação sem irrigação para serem submetidos a diferentes períodos de seca, 0, 20, 40 e 60 dias de seca após a aplicação dos tratamentos (DDS). Após cada período foi realizada a semeadura das espécies de plantas daninhas, *Ipomoea nil*, *Ipomoea triloba* e *Merremia cissoides*, a semeadura foi feita a partir da divisão dos vasos em 3 partes, semeando-se 5 sementes de cada espécie com o mínimo revolvimento do solo (Figura 2).

Foram feitas avaliações visuais aos 45 dias após a semeadura (DAS) das sementes, seguindo uma escala de notas de 0 a 100% da ALAM (Asociación Latina Americana de Malezas) (1974), onde 0 significa sem controle e 100 representa morte das plantas ou controle total das mesmas.

Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando significativos, foi realizado o teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

**Figura 1.** Plantio das plantas daninhas, com o mínimo de revolvimento do solo.



### **Efeito de diferentes herbicidas no desenvolvimento inicial de diferentes variedades de cana-de-açúcar no sistema de mudas pré-brotadas.**

Na segunda parte do trabalho, o ensaio foi conduzido nas mesmas condições de estrutura, equipamentos, e tipo de solo da primeira parte do projeto. Realizou-se o plantio de 4 variedades de cana-de-açúcar de muda pré-brotada (MPB), a tecnologia adotada foi o AgMusa, da BASF (Figura 3). As variedades testadas foram RB 86 7515, RB 85 5156, RB 96 6928 e RB 97 5201, as três primeiras variedades comerciais e de grande importância para o setor, e a última citada uma variedade em fase experimental, e com grande potencial de mercado (Tabela 3).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado no esquema fatorial 14X4, sendo 14 tratamentos, 4 variedades e 4 repetições.

**Tabela 3.** Variedades utilizadas e seus destaques

<b>Variedades</b>	<b>Destaques</b>
<b>RB86 7515</b>	Produtividade/Rusticidade
<b>RB85 5156</b>	Precocidade/Brotação de soqueira
<b>RB96 6928</b>	Precocidade/Riquesa/Brotação
<b>RB97 5201</b>	Alta produtividade/Não floresce/Não isoporiza/Resistente às doenças

Fonte: Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar (PMGCA).

A aplicação dos tratamentos, os mesmos utilizados na primeira parte do trabalho foi realizada em 2 períodos diferentes, 3 e 10 dias após o plantio das mudas (DAP).

Avaliou-se a fitotoxicidade dos herbicidas nas mudas de cana-de-açúcar aos 7, 15, 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizando-se a mesma escala de notas da ALAM (1974), onde 0% significa nenhuma injúria e 100% a morte total das plantas.

Aos 60 DAT as plantas, foram avaliadas com relação a altura (cm), a partir da base até a inserção a primeira folha, a área foliar (cm<sup>2</sup>), utilizando um medidor de área foliar portátil (LICOR 3000C) e biomassa seca da parte aérea (g), sendo para isto as mudas cortadas rentes ao solo e colocadas em estufa a 65°C por 48 horas.

Os dados de cada variedade foram submetidos à análise de variância, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Figura 2.** Plantio das mudas de AgMusa e sua leve compactação no solo.



**Figura 3.** Avaliação visual de Fitotoxicidade.



## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Eficácia de herbicidas submetidos à períodos de seca no controle de plantas daninhas.**

Em relação à espécie *Ipomoea nil*, aos 45 dias após semeadura da espécie (DAS), com 0 dias de período de seca (DDS), observa-se um eficácia acima de 90% de controle em todos os tratamentos, com exceção da ametrina que apresentou um controle de 75%, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Com 20 dias de período de seca todos os tratamentos apresentaram eficácia de controle ainda acima de 90%, não diferindo estatisticamente entre si, com exceção novamente da ametrina que apresentou uma porcentagem de fitotoxicidade de 22,5%.

A ametrina apresentou controle satisfatório na espécie *Ipomoea nil*, apenas quando associada à outros herbicidas, como S-metolachlor, tebuthiuron e diuron+hexazinone (SANTOS; SOUZA; CARVALHO, 2011).

**Tabela 4.** Porcentagem de controle de *Ipomoea nil* aos 0, 20, 40 e 60 dias de seca após a aplicação dos tratamentos (DDS), aos 45 dias após a semeadura da espécie.

<b>Períodos de seca após aplicação dos tratamentos</b>				
	<b>0 DDS</b>	<b>20 DDS</b>	<b>40 DDS</b>	<b>60 DDS</b>
<b>Tratamentos</b>				
Saflufenacil	100,00 a	93,75 a	67,50 b	46,25 b
Ametrina	75,00 b	22,50 b	2,50 d	78,75 a
Sulfentrazone	100,00 a	90,00 a	100,00 a	100,00 a
Tebuthiuron	95,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Diuron+Hexazinone	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Metribuzim	100,00 a	100,00 a	15,00 d	5,00 c
Clomazone	95,00 a	100,00 a	73,75 b	87,50 a
Safluf.+Ametrina	100,00 a	100,00 a	100,00 a	75,00 a
Safluf.+Sulfentrazone	95,00 a	92,50 a	100,00 a	100,00 a
Safluf.+Tebuthiuron	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Saflu.+(Diuron+Hex.)	100,00 a	100,00 a	100,00 a	99,75 a
Safluf.+Metribuzim	100,00 a	100,00 a	50,00 c	56,25 b
Safluf.+Clomazone	100,00 a	100,00 a	100,00 a	92,50 a
Testemunha	0,00 c	0,00 c	0,00 d	0,00 c
CV(%)	<b>7,27</b>	<b>10,84</b>	<b>22,02</b>	<b>27,89</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 40 DDS a ametrina apresentou uma redução na eficácia de controle da espécie *I.nil*, observou-se que o saflufenacil teve sua eficácia de controle reduzida para 67,5%, o mesmo ocorrendo para os tratamentos com metribuzim, clomazone e saflufenacil em associação com metribuzim, os quais apresentaram uma redução de 100% para 15%, 73,75% e 50%, respectivamente. O herbicida metribuzim possui meia vida ( $t_{1/2}$ ) de 30 a 60 dias (RODRIGUES;ALMEIDA, 2011), logo com 40 dias de seca o metribuzim já atingindo sua meia vida ( $t_{1/2}$ ), não foi eficaz no controle de *I.nil*.

O herbicida clomazone, formulado juntamente com o hexazinone apresenta controle satisfatório na *I.nil*, mesmo submetido a 90 dias de seca (AZANIA, 2009; CARBONARI, 2010). No presente trabalho o clomazone aplicado isoladamente não apresentou controle satisfatório aos 40 DSS; entretanto aos 60 DSS não diferiu estatisticamente para os demais tratamentos, apresentando controle acima de 80%. Em associação com o saflufenacil, mostrou-se eficaz com controle acima de 90% em todos os períodos de seca.

Sabendo-se que o Índice Mínimo de controle (IMC) é de 80% (Frans et al., 1986), pode-se afirmar que esses tratamentos apresentam residual suficiente para um controle mínimo aceitável quando submetidos até um período de seca de 20 dias.

O herbicida saflufenacil apresenta redução significativa na sua eficácia de controle quando submetido a um período de seca maior de 30 dias, apresentando um controle de 58% aos 45 dias de seca, em plantas bioindicadoras de pepino (*Cucumis sativus*) (MONQUERO et al., 2012).

Com 60 DDS os tratamentos com ametrina, tebuthiuron, sulfentrazone, diuron+hexazinone, clomazone e todas as associações com exceção de saflufenacil com metribuzim, não diferiram estatisticamente entre si, a ametrina mesmo não diferindo estatisticamente, apresentou controle abaixo de 80%. A eficácia de controle em períodos de seca de diuron+hexazinone, foi evidenciada por Monquero et al (2008), que observou um controle de 100% em plantas de *Cucumis sativus* (pepino) submetido a 90 dias de seca, em solo igual ao do presente trabalho. Já os demais tratamentos apresentaram controle ineficiente quando submetidos a um período de seca de 60 dias. Observa-se também que a associação de saflufenacil com metribuzim e clomazone foi mais eficaz do que esses herbicidas aplicados isoladamente (Tabela 4).

Na última avaliação o herbicida metribuzim apresentou controle na *Ipomoea nil* de 5%, o clomazone de 87,5%, entretanto quando associadas ao saflufenacil apresentaram controle de 56,25% e 92,5% respectivamente, mostrando a importância destas associações. A mistura de dois herbicidas, que apresentam diferentes mecanismos de ação, pode proporcionar um sinergismo entre as mesmas, sendo que mutuamente um herbicida pode facilitar a ação física ou bioquímica do outro (MATTHEWS, 1994), desta maneira aumentando a eficiência de controle sobre uma planta daninha.

Diesel (2013) observou sinergismo do saflufenacil em associação com o herbicida paraquat e metribuzim com doses específicas, entretanto quando a associação do saflufenacil foi com o herbicida clomazone o observado foi um efeito aditivo em determinadas doses dos herbicidas.

Esse comportamento também é observado anteriormente, aos 20 e 40 DDS na associação do saflufenacil com ametrina, a qual aplicada de maneira isolada apresentou um controle de 22,5% e 2,5% respectivamente. Já quando associada ao saflufenacil, esse controle foi de 100% em ambos os períodos. Um ponto a ser observado, é que aos 60 DDS a ametrina sozinha recupera a eficácia de seu controle, apresentando valor do mesmo de 78,75% (Tabela 4).

Em relação a espécie *I. tribola*, aos 0 DDS, os tratamentos que diferiram estatisticamente dos demais, apresentando controle inferior foram a ametrina e o clomazone; entretanto, acima a 80%. Com 20 DDS Todos os tratamentos foram

eficientes, com exceção de saflufenacil+ametrina e saflufenacil+sulfentrazone; porém esse comportamento não ocorre nos períodos seguintes, mostrando a eficácia dessas associações. Aos 40 DDS os tratamentos se apresentaram eficientes, com exceção do tratamento com ametrina, que apresentou uma considerável redução de porcentagem de controle para 36,35%, porém com 60 DDS, da mesma maneira que ocorreu com a *I.nil*, e provavelmente pelo mesmo motivo, essa molécula apresentou controle de 100% (Tabela 5). Aos 40 DDS alguns tratamentos mesmo sendo eficientes e não diferindo estatisticamente entre si mostraram redução na porcentagem de controle em relação ao período anterior, o saflufenacil e o clomazone, foram as moléculas que demonstraram esse comportamento (Tabela 5).

Aos 60DDS, mostrando que a espécie *I.triloba* foi a menos tolerante aos tratamentos quando comparada com a espécie anterior, observou-se um controle eficiente de todos os tratamentos, com exceção do saflufenacil que teve seu porcentual de controle reduzido, acompanhando a evolução do período de seca em dias (Tabela 5).

A utilização de herbicidas pré-emergentes com efeito residual prolongado é um dos fatores que determinam grande eficiência no controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição. Com essa alternativa, torna-se possível a execução de planos para o controle efetivo de plantas infestantes na lavoura.

Alguns herbicidas, como metribuzim e diuron+hexazinone conferem um controle de 100% em plantas de *I. triloba* até 69 dias após a aplicação dos mesmos (CORREIA; KRONKA JUNIOR, 2010), podendo ser essa espécie mais sensível à herbicidas do que o espécie *I.nil*. Christoffoleti et al. (2006), observou diferentes sensibilidades entre as espécies do gênero *Ipomoea* ao herbicida carfentrazone-ethyl.

**Tabela 5.** Porcentagem de controle de *Ipomoea triloba* aos 0, 20, 40 e 60 dias de seca após a aplicação dos tratamentos (DDS), aos 45 dias após a semeadura da espécie.

<b>Períodos de seca após aplicação dos tratamentos</b>				
	<b>0 DDS</b>	<b>20 DDS</b>	<b>40 DDS</b>	<b>60 DDS</b>
<b>Tratamentos</b>				
Saflufenacil	100,00 a	100,00 a	85,00 a	55,00 b
Ametrina	87,50 b	100,00 a	36,25 b	100,00 a
Sulfentrazone	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Tebuthiuron	100,00 a	100,00 a	100,00 a	97,50 a
Diuron+Hexazinone	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Metribuzim	100,00 a	100,00 a	100,00 a	92,50 a
Clomazone	92,50 b	98,75 a	82,50 a	86,25 a
Safluf.+Ametrina	100,00 a	78,75 b	85,00 a	92,50 a
Safluf.+Sulfentrazone	100,00 a	85,00 b	100,00 a	100,00 a
Safluf.+Tebuthiuron	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Saflu.+(Diuron+Hex.)	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Safluf.+Metribuzim	100,00 a	100,00 a	96,25 a	100,00 a
Safluf.+Clomazone	100,00 a	100,00 a	95,00 a	92,50 a
Testemunha	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
<b>CV(%)</b>	<b>6,20</b>	<b>10,18</b>	<b>22,28</b>	<b>13,43</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Observando os resultados de controle para a espécie *Merremia cissoides*, percebe-se que em condições de umidade, ou seja, com 0 DDS alguns tratamentos como a ametrina, o clomazone e saflufenacil+ametrina apresentaram diferenças estatísticas, com uma porcentagem de controle inferior, porém no período seguinte (20 DDS) esse comportamento não ocorre com o clomazone e a associação saflufenacil+ametrina, isoladamente a ametrina foi ineficiente no controle desta planta daninha, com uma fitotoxicidade de 77,5% , apresentando o mesmo comportamento no período seguinte com uma redução na sua eficácia de controle para 55%. Entretanto os demais tratamentos mostraram ser eficientes, não diferindo estatisticamente entre si, com 0 e 20DDS (Tabela 6).

Correia e Kronka Junior (2010) evidenciaram que o herbicida trifloxysulfuron+ametrina apresentaram um controle menor que 80% aos 29 dias após sua aplicação em plantas de *Merremia cissoides*, entretanto as moléculas metribuzim e diuron+hexazinone foram eficientes em 100% até 69 dias após a aplicação das mesmas. O herbicida saflufenacil também proporciona um controle de 100% nesta mesma espécie, 28 dias após aplicado com sua dose em 50g i.a. ha<sup>-1</sup> (MONQUERO; COSTA; KROLIKOWSKI, 2011).

O herbicida saflufenacil aplicado de forma isolada manteve o controle de 100% de 0 DDS até os 20 DDS, porém, aos 40 DDS houve uma perda na eficácia de controle, mostrando novamente que seu potencial de controle é mantido até os 20 dias de período de seca. Segundo Monquero et al. (2012) a eficácia do saflufenacil é mantida em níveis próximos a 80% de controle mesmo depois de 28 dias de seca após a aplicação, porém ocorre acentuada queda no desempenho do herbicida após esse período.

Vitorino et al. (2012) também observaram um eficiente controle do herbicida saflufenacil na espécie *I. triloba*, até 30 dias após sua aplicação em pós-emergência da plantas daninha, porém não submetido a condição de seca. Por outro lado, Costa (2014) observou que em *Ipomoea triloba*, em situações tanto de úmida quanto de seca até aos 28 dias após aplicado no solo, o saflufenacil apresenta controle satisfatório.

O mesmo ocorre com a ametrina que aos 40 DDS teve sua eficácia de controle reduzida novamente. Com isso a associação dessas duas moléculas teve sua performance de controle abaixo de 80%; porém não diferindo estatisticamente para os demais tratamentos (Tabela 6).

Aos 60 DDS os tratamentos com , ametrina, e a associação de saflufenacil com ametrina mostraram-se ineficientes diferindo com os demais tratamentos, com fitotoxicidade abaixo de 80%. Mesmo não diferindo estatisticamente o saflufenacil e a sua associação com o clomazone também não apresentou controle satisfatório; ou seja, abaixo de 80% (Tabela 6).

A associação das moléculas clomazone+ametrina pode apresentar um controle ineficiente em plantas de *Sorghum bicolor* com um período de seca de 20 dias, em um latossolo vermelho distroférico (MONQUERO et al., 2008). O herbicida clomazone, mostrou controle satisfatório ao longo dos dias de seca, não apresentando diferenças estatísticas para os demais tratamentos.

**Tabela 6.** Porcentagem de controle de *Merremia cissoides* aos 0, 20, 40 e 60 dias de seca após a aplicação dos tratamentos (DDS), aos 45 dias após a semeadura da espécie.

<b>Períodos de seca após aplicação dos tratamentos</b>				
	<b>0 DDS</b>	<b>20 DDS</b>	<b>40 DDS</b>	<b>60 DDS</b>
<b>Tratamentos</b>				
Saflufenacil	100,00 a	100,00 a	20,00 b	76,25 a
Ametrina	77,50 b	55,00 b	30,00 b	50,00 b
Sulfentrazone	100,00 a	95,00 a	93,75 a	93,75 a
Tebuthiuron	100,00 a	98,75 a	93,75 a	100,00 a
Diuron+Hexazinone	98,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Metribuzim	98,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Clomazone	82,50 b	92,50 a	90,00 a	93,75 a
Safluf.+Ametrina	90,00 b	87,50 a	68,75 a	51,25 b
Safluf.+Sulfentrazone	95,00 a	92,50 a	82,50 a	100,00 a
Safluf.+Tebuthiuron	100,00 a	100,00 a	98,75 a	90,00 a
Saflu.+(Diuron+Hex.)	100,00 a	98,75 a	95,00 a	99,50 a
Safluf.+Metribuzim	100,00 a	100,00 a	96,25 a	85,00 a
Safluf.+Clomazone	97,50 a	100,00 a	95,00 a	76,25 a
Testemunha	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
<b>CV(%)</b>	<b>9,16</b>	<b>18,96</b>	<b>20,98</b>	<b>29,14</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## **Efeito de diferentes herbicidas no desenvolvimento inicial de diferentes variedades de cana-de-açúcar no sistema de mudas pré-brotadas.**

A ANOVA é uma análise robusta para dados com desvios de normalidade, quando o número amostral (n) é grande, ou seja,  $n > 30$  (ZAR,1999). No presente trabalho, mesmo com a realização de transformações (raiz quadrada e log) dos dados, os mesmos continuaram com desvios de normalidade, porém sendo o número amostral (n) igual a 448, proporcionou a possibilidade de submeter os dados à ANOVA.

Observa-se para a variedade RB 86 7515 que o herbicida metribuzim é o mais seletivo dos tratamentos não apresentando fitotoxicidade aos 30 dias após a aplicação quando aplicados aos 3 dias após plantio (DAP), e 1,75% aos 10 DAP. Aos 7 DAT em 3 DAP todos os tratamentos apresentaram limite aceitável, ou seja, abaixo de 30% (ALAM, 1974), com exceção de saflufenacil+clomazone que apresentou uma fitotoxicidade de 42,50% , ou de acordo com (ALAM,1974) uma fitotoxicidade severa (Tabela 7).

Segundo Rolim (1989), uma injúria por herbicida na cultura da cana-de-açúcar de 30%, é descrita como um efeito leve, injúria mais pronunciada, mas não duradoura.

Aos 15 DAT no mesmo período de 3 DAP, as porcentagens de fitotoxicidade dos tratamentos se acentuaram exceto à do metribuzim, alguns tratamentos apresentaram fitotoxicidade acima do limite aceitável, como a ametrina e tebuthiuron, com 33,75% e 36,25% respectivamente, o tratamento de saflufenacil+sulfentrazone apresentou uma maior fitotoxicidade, que foi de 42,5%. O tratamento de saflufenacil+clomazone apresentou fitotoxicidade muito severa, 77,5%, o que pode comprometer o desenvolvimento inicial das plantas e o fechamento na entrelinha.

Aos 30 DAT as fitotoxicidades no geral diminuíram, porém com destaque novamente ao saflufenacil+clomazone que apresentou valor acima de 30%. Com 60 DAT o comportamento das mudas em relação à fitotoxicidade é semelhante ao apresentado com 30 DAT (Tabela 7).

Ferreira et al. (2012), observaram que o herbicida clomazone na dose de 2L/ha aplicado isoladamente na variedade RB855156, apresentou fitotoxicidade acima de 50% aos 20 dias após sua aplicação, na variedade RB867515, nas mesmas condições de dose e período de avaliação, a fitotoxicidade foi próxima aos 40%.

Costa et al. (2012), observaram que o saflufenacil associado a mistura pronta de ametrina+clomazone, apresenta fitotoxicidade acima de 30% aos 15 dias após sua

aplicação nas variedades SP80-1816 e SP81-3250; entretanto, na variedade RB855156 a fitotoxicidade foi próxima a 24%.

Aos 10 DAP, com 7 DAT, observa-se que tratamentos, como a ametrina, tebuthiuron, diuron+hexazinone e o metribuzim, não diferiram da testemunha estatisticamente, o mesmo ocorre para os demais tratamentos nos períodos seguintes de avaliação, com exceção do tratamento saflufenacil + clomazone, que apresentou fitotoxicidade acima de 50% em todas as avaliações, mostrando novamente sua maior severidade em relação aos outros herbicidas e associações. Com isso pode-se afirmar que com 15 e 30 DAT, as mudas toleraram mais a presença dos herbicidas, quando aplicados 10 dias após o plantio comparando-se com as mudas que receberam os herbicidas após 3 dias do plantio (Tabela 7).

Observa-se com isso que aos 10 DAP, as mudas já tinham obtido seu pegamento no solo e possuíam um sistema radicular mais desenvolvido, com isso toleraram mais os herbicidas, por outro lado as mudas com 3 DAP estavam mais estressadas, e não possuíam o sistema radicular desenvolvido tanto quanto às plantas de 10 DAP, com isso foram mais sensíveis aos herbicidas. Entretanto aos 60 DAT observa-se que as mudas que receberam os herbicidas aos 3 DAP se recuperaram, com exceção das associações de saflufenacil com diuron+hexazinone, metribuzim e clomazone (Tabela 7).

Observando os dados de altura, área foliar e biomassa na variedade RB 86 7515, nota-se que não há diferença estatística em nenhum destes parâmetros aos 3 DAP, com exceção da ametrina que apresentou área foliar acima até mesmo da testemunha (Tabela 8).

Com 10 DAP, verifica-se uma diferença estatística entre os tratamentos em relação a altura de planta, porém se percebe que a testemunha apresentou uma menor altura comparadas a outros tratamentos, o que nos mostra que essa diferença não teve relação com a presença dos herbicidas, já que não houve diferença estatística para os parâmetros área foliar e biomassa (Tabela 8).

Azania et al. (2005), observaram que mesmo havendo diferença estatística em relação a altura de planta, entre a testemunha e azafenidin+hexazinone aplicado em soqueira de cana-de-açúcar em pós-emergência inicial, não houve diferença significativa do parâmetro produtividade (t/ha), concordando com os resultados de alguns tratamentos no presente experimento.

O tratamento de saflufenacil+clomazone, mesmo apresentando as maiores notas de fitotoxicidade, não apresentou diferenças estatísticas para os demais tratamentos nos

parâmetros biométricos observados, mesmo apresentando as menores médias de biomassa da parte aérea (Tabela 8).

Fagliari, Oliveira Júnior e Constantin (2001) observaram que o herbicida clomazone aplicado isoladamente em cana-de-açúcar em uma condição de pós-emergência inicial de soqueira, não diferiu estatisticamente da testemunha em relação ao parâmetro produtividade (t/ha), mesmo apresentando uma diferença 20,99 t/ha a menos do tratamento clomazone para a testemunha.

Costa et al. (2012) constataram que o saflufenacil associado a um óleo aplicado em pós-emergência da soqueira de cana-de-açúcar também não diferiu significativamente da testemunha quanto ao parâmetro produtividade (t/ha), mesmo apresentando fitotoxicidade maior que 30% até os 7 dias após sua aplicação.

**Tabela 7.** Porcentagem de fitotoxicidade dos tratamentos herbicidas aplicados nas mudas pré-brotadas, na variedade RB 86 7515, após 3 e 10 dias de plantio (DAP).

Tratamentos	Aplicação de herbicidas – dias após o plantio							
	3 DAP				10 DAP			
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
Saflufenacil	15,00 c	26,25 b	16,25 b	12,50 b	13,75 c	10,00 b	10,00 b	13,75 b
Ametrina	22,50 b	33,75 b	2,00 c	8,75 b	3,50 d	11,25 b	8,75 b	11,25 b
Sulfentrazone	23,75 b	30,00 b	16,25 b	16,25 b	22,50 c	20,00 b	17,50 b	22,50 b
Tebuthiuron	18,75 b	36,25 b	17,50 b	15,00 b	10,00 d	12,50 b	2,75 b	8,75 b
Hexazinone+Diuron	3,50 c	5,00 c	0,00 c	7,50 b	5,00 d	12,50 b	11,25 b	15,00 b
Metribuzim	3,50 c	1,50 c	0,00 c	1,75 b	4,25 d	4,25 b	1,75 b	8,00 b
Clomazone	7,50 c	18,75 c	17,50 b	22,50 b	12,50 c	16,25 b	15,00 b	20,00 b
Safluf. + Ametrina	18,75 b	18,75 c	16,25 b	17,50 b	16,25 c	12,50 b	11,25 b	15,00 b
Safluf. + Sulfentrazone	28,75 b	42,50 b	18,75 b	17,50 b	32,50 b	18,75 b	12,50 b	11,25 b
Safluf. + Tebuthiuron	12,50 c	27,50 b	15,00 b	13,75 b	16,25 c	13,75 b	11,25 b	23,75 b
Safluf. + (Hex.+Diuron)	10,00 c	13,00 c	12,50 b	11,25 b	17,50 c	22,50 b	22,50 b	23,75 b
Safluf. + Metribuzim	8,75 c	12,50 c	9,25 c	21,25 b	17,50 c	15,00 b	12,50 b	17,50 b
Safluf. + Clomazone	42,50 a	77,50 a	33,75 a	56,25 a	50,00 a	62,50 a	57,50 a	53,75 a
Testemunha	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 d	0,00 b	0,00 b	0,00 b
CV (%)	<b>76,00</b>	<b>76,24</b>	<b>49,46</b>	<b>78,57</b>	<b>40,18</b>	<b>72,54</b>	<b>97,29</b>	<b>68,68</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 8.** Altura (m), Área foliar (m<sup>2</sup>) e Biomassa (g) das mudas pré-brotadas, na variedade RB 86 7515, submetidas a diferentes herbicidas aos 3 e 10 dias após plantio (DAP).

<b>Aplicação dos herbicidas - Dias após o plantio (DAP)</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>3 DAP</b>			<b>10 DAP</b>		
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>
Saflufenacil	8,95 a	44,23 a	0,32 a	9,00 a	55,41 a	0,26 a
Ametrina	10,20 a	108,03 b	0,62 a	8,82 a	54,63 a	0,25 a
Sulfentrazone	7,35 a	70,06 a	0,34 a	7,00 b	40,21 a	0,28 a
Tebuthiuron	7,45 a	75,12 a	0,26 a	10,02 a	62,35 a	0,28 a
Hexazinone+Diuron	7,55 a	61,29 a	0,49 a	7,80 b	50,84 a	0,24 a
Metribuzim	9,00 a	68,06 a	0,56 a	8,80 a	47,67 a	0,37 a
Clomazone	7,00 a	52,62 a	0,39 a	8,00 b	44,99 a	0,28 a
Safluf. + Ametrina	5,80 a	70,52 a	0,49 a	8,92 a	58,96 a	0,25 a
Safluf. + Sulfentrazone	7,55 a	47,17 a	0,26 a	9,87 a	67,36 a	0,29 a
Safluf. + Tebuthiuron	8,35 a	79,13 a	0,41 a	9,00 a	55,93 a	0,32 a
Safluf. + (Hex.+Diuron)	7,10 a	51,56 a	0,36 a	8,12 b	41,21 a	0,22 a
Safluf. + Metribuzim	8,05 a	62,13 a	0,44 a	9,05 a	46,97 a	0,42 a
Safluf. + Clomazone	6,05 a	47,42 a	0,14 a	7,37 b	60,67 a	0,16 a
Testemunha	7,80 a	51,79 a	0,44 a	7,80 b	51,79 a	0,44 a
<b>CV (%)</b>	<b>27,78</b>	<b>34,28</b>	<b>61,71</b>	<b>16,17</b>	<b>27,33</b>	<b>72,04</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A variedade RB 85 5156, mostrou ser tolerante aos tratamentos, exceto a associação saflufenacil + clomazone aos 15 DAT e 60 DAT e ao clomazone isolado aos 30 DAT e 60 DAT, ambos aplicados aos 3 DAP, que provocaram 33,75% , 38,75%, 32,50% e 53,75% de fitotoxicidade, respectivamente. No tempo de aplicação aos 10 DAP nenhum tratamento apresentou fitotoxicidade maior que 30%. Os dados mostram que os herbicidas aplicados após 10 dias do plantio das mudas proporcionaram menor efeito fitotóxico sobre as plantas da variedade RB 85 5156 (Tabela 9).

Essa sensibilidade da RB 86 7515 também foi verificada por Costa et al. (2012), que observou uma maior sensibilidade desta variedade comparada a RB 85 5156, quando usou a associação de saflufenacil com adjuvantes, aplicado em pós-emergência da cana-de-açúcar.

Entretanto Barela; Christoffoleti (2006) observaram uma tolerância da variedade RB 86 7515 a diferentes herbicidas utilizados para cana-de-açúcar, como tebuthiuron, sulfentrazone, metribuzim, diuron+hexazinone, pendimethalin, diuron, clomazone e ametrina, porém quando aplicados em pré-emergência.

Os dados da biometria para a variedade RB 85 5156, nos mostra que não houve diferença estatística para 3 DAP nos parâmetros altura e área foliar, porém em relação à biomassa da parte aérea observa-se que herbicidas isolados como o sulfentrazone, tebuthiuron, diuron+hexazinone e clomazone provocam valores menores ao da testemunha. Já os tratamentos isolados de saflufenacil, ametrina e metribuzim não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 10).

Em relação às associações, todas tiveram sua biomassa da parte aérea reduzida comparando-se à testemunha, mostrando uma influência da associação dessas moléculas, na variedade em questão (Tabela 10). Lembrando que na RB 85 5156 os sintomas visuais de fitotoxicidade foram mais amenos do que comparado à variedade anterior RB 86 7515.

Mesmo apresentando sintomas de intoxicação pelo herbicida diclosulam, a variedade RB 85 5156, não diferiu estatisticamente da testemunha em relação ao parâmetro altura de colmo (MARTINS et al., 2005) concordando com o comportamento dos tratamentos aplicados na RB 85 5156, no presente trabalho.

Já com 10 DAP não se observa diferença estatística entre os tratamentos em todos os parâmetros, mostrando mais uma vez que as mudas toleraram mais os herbicidas quando aplicados 10 dias após o plantio das mesmas (Tabela 10).

**Tabela 9.** Porcentagem de fitotoxicidade dos tratamentos herbicidas aplicados nas mudas pré-brotadas, na variedade RB 85 5156, após 3 e 10 dias de plantio (DAP).

Tratamentos	Aplicação de herbicidas – dias após o plantio							
	3 DAP				10 DAP			
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
Saflufenacil	11,25 b	11,25 c	10,00 c	8,75 d	12,50 b	7,50 c	12,50 b	8,75 c
Ametrina	5,00 c	21,25 b	8,75 c	4,00 d	7,50 c	6,25 d	10,00 b	7,50 c
Sulfentrazone	12,50 b	13,75 c	12,50 c	20,00 c	12,50 b	11,25 c	13,75 b	15,00 b
Tebuthiuron	5,00 c	4,25 d	2,00 d	2,25 d	15,00 b	11,25 c	6,25 b	7,50 c
Hexazinone+Diuron	6,25 c	13,75 c	23,75 b	22,50 c	4,25 c	10,00 c	18,75 a	30,00 a
Metribuzim	2,00 d	8,75 c	0,00 d	0,00 d	5,00 c	3,50 d	8,50 b	6,25 c
Clomazone	12,50 b	27,50 a	32,50 a	53,75 a	15,00 b	18,75 b	25,00 a	25,00 a
Safluf. + Ametrina	10,00 b	26,25 a	20,00 b	12,50 c	12,50 b	12,50 c	11,25 b	13,75 c
Safluf. + Sulfentrazone	20,00 a	28,75 a	21,25 b	21,25 c	18,75 a	17,50 b	16,25 a	20,00 b
Safluf. + Tebuthiuron	15,00 b	18,75 b	12,50 c	12,50 c	11,25 b	10,00 c	12,50 b	8,75 c
Safluf. + (Hex.+Diuron)	7,25 c	12,50 c	16,25 b	18,75 c	13,75 b	18,75 b	20,00 a	21,25 b
Safluf. + Metribuzim	11,25 b	16,25 c	17,50 b	7,50 d	13,75 b	15,00 b	13,75 b	18,75 b
Safluf. + Clomazone	22,50 a	33,75 a	27,50 a	38,75 b	21,25 a	27,50 a	22,50 a	20,00 b
Testemunha	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 c	0,00 e	0,00 b	0,00 d
CV (%)	<b>28,93</b>	<b>35,27</b>	<b>38,09</b>	<b>46,10</b>	<b>32,48</b>	<b>27,08</b>	<b>43,90</b>	<b>33,10</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 10.** Altura (m), Área foliar (m<sup>2</sup>) e Biomassa (g) das mudas pré-brotadas, na variedade RB 85 5156, submetidas a diferentes herbicidas aos 3 e 10 dias após plantio (DAP).

<b>Aplicação dos herbicidas - Dias após o plantio (DAP)</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>3 DAP</b>			<b>10 DAP</b>		
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>
Saflufenacil	7,37 a	60,94 a	1,89 a	7,25 a	53,97 a	1,27 a
Ametrina	7,80 a	34,81 a	1,54 a	7,87 a	63,29 a	1,16 a
Sulfentrazone	7,00 a	51,56 a	0,86 b	8,02 a	46,79 a	0,76 a
Tebuthiuron	7,87 a	47,66 a	0,68 b	7,30 a	50,48 a	0,73 a
Hexazinone+Diuron	7,00 a	40,86 a	1,09 b	6,80 a	31,60 a	0,71 a
Metribuzim	9,25 a	56,26 a	2,01 a	6,75 a	46,89 a	1,32 a
Clomazone	4,10 a	27,41 a	0,79 b	5,87 a	48,58 a	0,60 a
Safluf. + Ametrina	6,35 a	40,66 a	0,94 b	6,50 a	40,17 a	0,80 a
Safluf. + Sulfentrazone	6,75 a	48,87 a	0,61 b	7,25 a	41,41 a	0,63 a
Safluf. + Tebuthiuron	6,42 a	41,09 a	1,09 b	8,17 a	60,42 a	0,72 a
Safluf. + (Hex.+Diuron)	9,50 a	39,17 a	1,09 b	6,85 a	40,76 a	0,59 a
Safluf. + Metribuzim	7,82 a	33,53 a	1,13 b	7,00 a	35,36 a	0,82 a
Safluf. + Clomazone	6,50 a	44,43 a	1,47 a	7,57 a	52,78 a	0,90 a
Testemunha	7,57 a	52,17 a	1,39 a	7,57 a	52,17 a	1,39 a
<b>CV (%)</b>	<b>21,78</b>	<b>37,07</b>	<b>51,72</b>	<b>16,61</b>	<b>29,34</b>	<b>76,65</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A variedade RB 96 6928 apresentou leve fitotoxicidade aos tratamentos no geral, sendo que o maior valor foi observado com o uso do herbicida clomazone aos 15 DAT, com uma nota de 35%, sendo o único tratamento que provocou fitotoxicidade acima de 30%. As associações no geral foram mais fitotóxicas, por exemplo, o saflufenacil quando associado aos herbicidas tebuthiuron, metribuzim e ametrina, apresentou maiores médias de fitotoxicidade do que os herbicidas aplicados isolados (Tabela 11).

Herbicidas do grupo inibidores de carotenoides, como no caso do clomazone, podem apresentar sinergismo com herbicidas inibidores do fotossistema II, os quais geram estresse oxidativo, que é complementado pela inibição da planta em combater esse estresse, causado pelos inibidores de carotenoides. Existe por exemplo sinergismo na associação entre clomazone e metribuzim (KRUSE et al., 2006).

Na variedade RB 96 6928, observa-se novamente que mesmo ocorrendo diferenças entre os parâmetros altura e área foliar da testemunha para os demais tratamentos, não se nota diferenças na biomassa das plantas (Tabela 12).

Aos 10 DAP houve diferenças nos três parâmetros para alguns tratamentos, o saflufenacil e o clomazone diferiram da testemunha entre todos os parâmetros avaliados, assim ocorreu também com as associações de saflufenacil com ametrina, sulfentrazone, tebuthiuron, diuron+hexazinone, e clomazone, porém esse último somente diferiu na biomassa. Isso nos mostra que as associações foram mais fitotóxicas para as mudas quando na avaliação de biometria. Esses dados contrariam os resultados obtidos para as variedades RB 86 7515 e RB 85 5156, onde as mudas em 10 DAP toleraram mais os tratamentos não diferindo em biomassa, isso pode ser explicado pelas características genéticas específicas da RB 96 6928 (Tabela 12).

Dias (2014) observou que mudas pré-brotadas de RB 96 6928, mesmo apresentando fitotoxicidades abaixo de 30%, tiveram sua massa seca de parte aérea reduzida, porém com a aplicação em pré-plantio, do herbicida diclosulam. Resultados semelhantes ao do presente trabalho.

**Tabela 11.** Porcentagem de fitotoxicidade dos tratamentos herbicidas aplicados nas mudas pré-brotadas, na variedade RB 96 6928, após 3 e 10 dias de plantio (DAP).

Tratamentos	Aplicação de herbicidas – dias após o plantio							
	3 DAP				10 DAP			
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
Saflufenacil	17,50 a	17,50 c	10,00 c	8,75 c	23,75 a	18,75 b	17,50 b	22,50 a
Ametrina	10,00 c	17,50 c	13,75 b	7,50 c	12,50 b	7,50 c	7,50 c	7,50 c
Sulfentrazone	15,00 b	15,00 c	13,75 b	8,75 c	28,75 a	26,25 a	15,00 b	13,75 b
Tebuthiuron	8,75 c	10,00 c	5,50 c	5,00 d	15,00 b	17,50 b	15,00 b	8,75 c
Hexazinone+Diuron	7,50 c	12,50 c	8,50 c	8,75 c	13,75 b	11,25 c	13,75 b	13,75 b
Metribuzim	7,50 c	5,00 d	0,00 d	3,50 d	11,25 b	6,25 c	1,50 d	3,50 c
Clomazone	22,50 a	35,00 a	22,50 a	30,00 a	23,75 a	21,25 b	17,50 b	20,00 a
Safluf. + Ametrina	15,00 b	16,25 c	13,75 b	12,50 c	12,50 b	16,25 b	13,75 b	17,50 a
Safluf. + Sulfentrazone	18,75 a	23,75 b	18,75 a	15,00 b	18,75 a	30,00 a	17,50 b	13,75 b
Safluf. + Tebuthiuron	15,00 b	15,00 c	12,50 b	11,25 c	11,25 b	17,50 b	15,00 b	13,75 b
Safluf. + (Hex.+Diuron)	12,50 b	16,25 c	18,75 a	17,50 b	13,75 b	20,00 b	16,25 b	21,25 a
Safluf. + Metribuzim	13,75 b	13,75 c	12,50 b	10,00 c	13,75 b	12,50 c	11,25 b	11,25 b
Safluf. + Clomazone	20,00 a	27,50 b	23,75 a	18,75 b	21,25 a	27,50 a	23,75 a	16,25 b
Testemunha	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 e	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 c
CV (%)	<b>22,96</b>	<b>30,74</b>	<b>31,40</b>	<b>24,87</b>	<b>32,38</b>	<b>26,89</b>	<b>25,99</b>	<b>37,86</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 12.** Altura (m), Área foliar (m<sup>2</sup>) e Biomassa (g) das mudas pré-brotadas, na variedade RB 96 6928, submetidas a diferentes herbicidas aos 3 e 10 dias após plantio (DAP).

<b>Aplicação dos herbicidas - Dias após o plantio (DAP)</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>3 DAP</b>			<b>10 DAP</b>		
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>
Saflufenacil	5,75 c	53,60 b	0,60 a	7,75 b	50,87 b	0,12 b
Ametrina	5,25 c	62,32 b	0,64 a	9,00 a	84,84 a	0,40 a
Sulfentrazone	5,25 c	95,70 a	0,54 a	9,05 a	61,47 a	0,20 b
Tebuthiuron	5,75 c	82,13 a	0,52 a	8,00 a	76,15 a	0,47 a
Hexazinone+Diuron	6,50 b	81,23 a	0,52 a	9,50 a	64,18 a	0,17 b
Metribuzim	5,25 c	78,50 a	0,57 a	7,25 b	67,55 a	0,37 a
Clomazone	4,50 c	55,30 b	0,33 a	6,80 b	51,87 b	0,22 b
Safluf. + Ametrina	5,00 c	88,89 a	0,45 a	6,80 b	65,33 a	0,24 b
Safluf. + Sulfentrazone	4,75 c	56,27 b	0,63 a	6,75 b	41,74 b	0,31 b
Safluf. + Tebuthiuron	4,50 c	53,53 b	0,46 a	7,75 b	52,32 b	0,16 b
Safluf. + (Hex.+Diuron)	4,25 c	64,77 b	0,40 a	6,05 b	45,89 b	0,19 b
Safluf. + Metribuzim	5,75 c	78,17 a	0,59 a	9,00 a	79,75 a	0,63 a
Safluf. + Clomazone	4,75 c	49,57 b	0,43 a	8,75 a	71,24 a	0,20 b
Testemunha	8,15 a	68,81 b	0,56 a	8,15 a	68,81 a	0,56 a
<b>CV (%)</b>	<b>19,23</b>	<b>18,58</b>	<b>46,92</b>	<b>16,42</b>	<b>19,16</b>	<b>76,17</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A variedade RB 97 5201 ainda não é comercial, porém apresentou comportamento semelhante ao da variedade RB 96 6928 e RB 85 5156, sendo menos sensível do que RB 86 7515. Observa-se uma diferença nos 3DAP onde o herbicida diuron+hexazinone provocou uma fitotoxicidade acima do limite aceitável aos 15 DAT e severa aos 30 DAT, com 38,75% e 46,25% respectivamente. Outra diferença está na maior sensibilidade à associação de saflufenacil + ametrina, porém isso ocorre somente no período de aplicação de 3 DAP (Tabela 13).

O herbicida diuron+hexazinone, aplicado na variedade RB835089 de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência tardia na soqueira, apresentou fitotoxicidade de 35% aos 15 dias após sua aplicação, a qual é recuperada aos 30 DAT (AZANIA, et al., 2005), ou seja, semelhante ao observado no presente estudo, porém essa recuperação ocorre somente aos 60 DAT, mostrando claramente a diferença de sensibilidade aos herbicidas de mudas pré-brotadas comparadas a soqueira de cana-de-açúcar.

O herbicida saflufenacil, utilizado de maneira isolada, e independente da variedade, não apresentou fitotoxicidade maior que o limite aceitável, ou seja, suas porcentagens foram abaixo de 30% em todas as variedades, RB 86 7515, RB 85 5156, RB 96 6928 e RB 97 5201. O que também é observado por (COSTA et al., 2012), onde o saflufenacil aplicado isoladamente na soqueira de cana-de-açúcar, tendo as plantas de 2 a 4 folhas, apresentou porcentagens de fitotoxicidade menores que 20%, nas variedades SP83-2847, SP80-3280, RB 85 5453, SP80-1842, SP89-1115, RB 86 7515, RB 85 5156 e SP81-3250.

Aos 3 DAP somente o saflufenacil e o sulfentrazone isolados não apresentaram diferenças na altura, os demais tratamentos mesmo os isolados apresentaram diferença significativa para a testemunha, porém não observa-se novamente relação entre a altura, área foliar e biomassa da parte aérea. Os tratamentos que alteraram a biomassa da parte aérea das mudas diferindo significativamente foram o diuron+hexazinone e clomazone, com 0,11g e 0,19g, respectivamente já entre as associações, as menores médias foram observadas em saflufenacil com ametrina, sulfentrazone e diuron+hexazinone, com 0,21g, 0,39g e 0,31g, respectivamente (Tabela 14).

Aos 10 DAP um número maior de tratamentos provocou variação na biomassa da parte aérea comparada a testemunha, sendo que os únicos tratamentos seletivos para as mudas foram saflufenacil, tebuthiuron e metribuzim, aplicados isoladamente, o que mostra uma maior sensibilidade desta variedade aos herbicidas utilizados (Tabela 14).

**Tabela 13.** Porcentagem de fitotoxicidade dos tratamentos herbicidas aplicados nas mudas pré-brotadas, na variedade RB 97 5201, após 3 e 10 dias de plantio (DAP).

Tratamentos	Aplicação de herbicidas – dias após o plantio							
	3 DAP				10 DAP			
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
Saflufenacil	12,50 b	20,00 b	20,00 b	45,00 a	20,00 b	13,75 b	11,25 c	12,50 b
Ametrina	10,00 b	23,75 a	10,00 b	8,75 b	6,25 c	6,25 c	11,25 c	12,50 b
Sulfentrazone	12,50 b	15,00 b	8,75 b	11,25 b	28,75 a	27,50 a	17,50 c	15,00 b
Tebuthiuron	11,25 b	13,75 b	12,50 b	12,50 b	10,00 c	10,00 c	5,00 c	10,00 b
Hexazinone+Diuron	13,75 b	38,75 a	46,25 a	63,75 a	12,50 c	8,75 c	16,25 c	20,00 a
Metribuzim	3,50 c	2,75 b	0,00 b	3,75 b	5,50 c	3,50 d	0,00 c	5,00 b
Clomazone	12,50 b	26,25 a	27,50 a	77,50 a	20,00 b	17,50 b	23,75 b	25,00 a
Safluf. + Ametrina	13,75 b	31,25 a	36,25 a	61,25 a	20,00 b	18,75 b	10,00 c	10,00 b
Safluf. + Sulfentrazone	21,25 a	32,50 a	30,00 a	27,50 b	23,75 b	18,75 b	15,00 c	10,00 b
Safluf. + Tebuthiuron	13,75 b	16,25 b	11,25 b	10,00 b	21,25 b	16,25 b	11,25 c	13,75 b
Safluf. + (Hex.+Diuron)	11,25 b	17,50 b	15,00 b	15,00 b	35,00 a	18,75 b	45,00 a	27,50 a
Safluf. + Metribuzim	13,75 b	15,00 b	11,25 b	5,50 b	15,00 c	15,00 b	33,75 b	33,75 a
Safluf. + Clomazone	22,50 a	33,75 a	27,50 a	23,75 b	30,00 a	22,50 a	26,25 b	21,25 a
Testemunha	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 c	0,00 b
CV (%)	<b>42,35</b>	<b>61,89</b>	<b>101,74</b>	<b>89,19</b>	<b>41,16</b>	<b>26,04</b>	<b>68,23</b>	<b>81,35</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 14.** Altura (m), Área foliar (m<sup>2</sup>) e Biomassa (g) das mudas pré-brotadas, na variedade RB 97 5201, submetidas a diferentes herbicidas aos 3 e 10 dias após plantio (DAP).

<b>Aplicação dos herbicidas - Dias após o plantio (DAP)</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>3 DAP</b>			<b>10 DAP</b>		
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Biomassa (g)</b>
Saflufenacil	7,50 a	55,96 a	0,67 a	10,00 a	78,42 a	0,93 a
Ametrina	5,50 b	57,73 a	0,73 a	7,72 b	83,31 a	0,34 b
Sulfentrazone	7,25 a	73,68 a	0,65 a	7,57 b	57,22 b	0,20 b
Tebuthiuron	6,00 b	68,28 a	0,62 a	10,25 a	91,27 a	0,56 a
Hexazinone+Diuron	3,50 b	29,81 b	0,11 b	7,50 b	43,95 b	0,25 b
Metribuzim	6,50 b	62,66 a	0,66 a	9,50 a	73,78 a	0,74 a
Clomazone	4,75 b	31,01 b	0,19 b	7,25 b	40,29 b	0,26 b
Safluf. + Ametrina	5,00 b	30,43 b	0,21 b	8,25 b	52,95 b	0,41 b
Safluf. + Sulfentrazone	5,50 b	56,14 a	0,39 b	10,00 a	94,76 a	0,67 a
Safluf. + Tebuthiuron	5,50 b	47,27 b	0,51 a	7,62 b	59,78 b	0,22 b
Safluf. + (Hex.+Diuron)	5,25 b	47,70 b	0,31 b	5,50 b	32,86 b	0,19 b
Safluf. + Metribuzim	5,75 b	75,37 a	0,46 a	8,52 a	54,41 b	0,41 b
Safluf. + Clomazone	5,75 b	61,87 a	0,47 a	9,25 a	76,56 a	0,34 b
Testemunha	9,10 a	56,31 a	0,79 a	9,10 a	56,31 b	0,79 a
<b>CV (%)</b>	<b>25,01</b>	<b>33,71</b>	<b>51,19</b>	<b>15,41</b>	<b>28,20</b>	<b>57,12</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O estágio fenológico da cana-de-açúcar influencia a tolerância da planta aos herbicidas aplicados, sendo importante a avaliação do estágio fenológico da cultura, antes de se realizar as aplicações com herbicidas.

Azania et al.(2005) observou que os herbicidas diuron+hexazinone e azafenidin+hexazinone, aplicados na soqueira da cana-de-açúcar em uma condição de pós-emergência tardia ocasionou sintomas de fitotoxicidade acima de 35% com 15 dias após aplicação, já em uma condição de pós-emergência inicial da soqueira da cana-de-açúcar, os valores de fitotoxicidade não ultrapassaram 15%.

A cana-de-açúcar, em condição de cana planta, mostra-se tolerante a herbicidas residuais que são absorvidos pela raiz, quando aplicados no estágio de esporão da cultura, pois nesta fase não existe uma ligação direta dos vasos do xilema da raiz com o caule da brotação. O estágio fenológico 2, de duas a três folhas, a cana-de-açúcar é muito sensível a herbicidas foliares, pois as folhas ainda apresentam uma cutícula mais fina, possuindo menor resistência à penetração dos herbicidas. Como o crescimento inicial da cana-de-açúcar depende do colmo primário que é formado neste estágio, qualquer injúria severa pode ocasionar em perda de produtividade final da cultura (CHRISTOFFOLETI et al., 2005).

O estágio fenológico 2, é o estágio em que se apresentam as mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar no momento do plantio. Assim podendo ser mais sensíveis aos herbicidas aplicados e ocasionando perda de produtividade. Já no caso de mudas pré-brotadas, que uma de suas finalidades é a criação de viveiro, essa sensibilidade aos herbicidas pode refletir em um menor número de gemas por colmo.

## 6. CONCLUSÕES

Os herbicidas saflufenacil e ametrina não são indicados para longos períodos de seca.

O metribuzim e clomazone quando associados ao saflufenacil, mostram um controle mais eficaz, do que quando utilizados isoladamente.

Os tratamentos sulfentrazone, tebuthiuron, diuron+hexazinone e clomazone podem ser submetidos a 60 dias de seca, para as espécies *I.nil*, *I.triloba* e *M.cissoides*.

O metribuzim submetido a 40 dias de seca, somente não é eficiente no controle de *Ipomoea nil*.

Para a espécie *I.nil* a única associação não recomendada é a saflufenacil+ametrina.

Para a espécie *I.triloba* todas as associações com saflufenacil são eficazes.

Para a espécie *M.cissoides* a única associação não recomendada é a saflufenacil+ametrina.

O período de seca limite para que não haja redução da eficácia de controle do saflufenacil é de 20 dias.

As variedades de cana-de-açúcar possuem diferentes comportamentos quanto à fitotoxicidade e parâmetros biométricos, dependendo do herbicida aplicado e da época de aplicação do mesmo pós-plantio das mudas pré-brotadas.

A associação de saflufenacil + clomazone é a mais fitotóxica às variedades no geral; porém, somente altera o parâmetro biomassa seca da parte aérea para as variedades RB966928 e RB975201, aos 10 dias após o plantio das mudas pré-brotadas.

Para a variedade RB867515 os dois períodos de aplicação após o plantio das mudas pré-brotadas foram adequados, sendo recomendados para a aplicação todos os tratamentos herbicidas utilizados.

Para a variedade RB855156 o melhor período para a aplicação de herbicidas, é após 10 dias do plantio das mudas pré-brotadas, sendo recomendados para a aplicação todos os tratamentos herbicidas utilizados.

Para a variedade RB966928 o melhor período de aplicação de herbicidas, é após 3 dias do plantio das mudas pré-brotadas, sendo recomendados para a aplicação todos os tratamentos herbicidas utilizados.

Para a variedade RB975201 o melhor período de aplicação de herbicidas, é após 3 dias do plantio das mudas pré-brotadas, sendo recomendados para a aplicação os

tratamentos herbicidas: saflufenacil, ametrina, sulfentrazone, tebuthiuron, metribuzim, saflufenacil+metribuzim e saflufenacil+clomazone.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASOCIATION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas. ALAM, Bogotá, v. 1, p. 35-38, 1974.

ALLEONI, L.R.F. Principais atributos dos solos relacionados à dinâmica de defensivos. In: ALLEONI, L.R.F.; REGITANO, J.B. (coord.) Simpósio sobre dinâmica de defensivos agrícolas no solo: Aspectos práticos e ambientais, Piracicaba, 2002. *Anais...* Piracicaba: LSN, Esalq/USP, 2002. P.6-22.

ALVES, R. S .N et al. Influência de diferentes períodos de seca no efeito residual de controle de herbicidas em diferentes espécies de plantas daninhas presentes na cultura da cana-de-açúcar. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** . Ribeirão Preto: Sbcpd, 2010. p. 2470 - 2474. Disponível em: <[http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII\\_CBCPD/PDFs/519.pdf](http://www.sbcpd.org/portal/anais/XXVII_CBCPD/PDFs/519.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2014.

ARMSTRONG, D.E.; CHESTERS, G. Adsorption catalyzed chemical hydrolysis of atrazine. **Environmental Science and Technology** , v. 9, p.683-689, 1968.

ARSEGO, I. B. Sorção dos herbicidas diuron e hexazinone em solos de texturas contrastantes. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

AZANIA, C.A.M. et al. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família convolvulaceae. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p.207-212, 2002.

AZANIA, C.A.M. et al. Seletividade de herbicidas II - aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tarida da cana-de-açúcar na época das chuvas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p.669-675, 2005.

AZANIA, C. A. M. et al. Seletividade de herbicidas. III – Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 489-495, 2006.

AZANIA, C.A.M. et al. Manejo químico de convolvulaceae e euphorbiaceae em cana-de-açúcar em período de estiagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p.841-848, 2009.

BARELA, J.f.; CHRISTOFFOLETI, P.j.. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura da cana-de-açúcar (RB 867515) tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p.371-378, 2006.

BASF Agricultural Products. **KIXOR™ herbicide**: Worldwide Technical Brochure (GL-69288). Agricultural Products Division, Research Triangle Park, 2008.

BELTRÃO, N.E.M.; PEREIRA, J.R. Injúrias. Diagnostique quando o herbicida prejudica o algodão. Caderno Técnico Cultivar, Junho, 2001. 14p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 2. ed. Viçosa: U.F.V., 1982. 463p.

BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D.; BATISTA FILHO, A. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p.71-75, 2010.

BOLLAG, J.M., LIU,S.Y. Biological transformation processes of pesticides. In: CHENG, H.H. (Ed.). **Pesticides in the soil environment**: processes, impacts and modeling. Madinson: Soil Science Society of America, 1990. P.169-210.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_d\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa\\_201502.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_d_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa_201502.pdf). Acesso em: 20.nov.2015.

CARBONARI, C.A. et al. Eficácia da associação entre os herbicidas clomazone e hezaxinona no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.9, n.1, p.17-25, 2010.

CARVALHO, S.J.P. et al. Atividade residual de seis herbicidas aplicados ao solo em época seca. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p.278-285, 2012.

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.

CHEN, J.C.P.; CHOU, C. Cane Sugar Handbook. A manual for cane sugar manufacturers and their chemists. 12nd.ed. New York John Wiley & Sons, 1993.

CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de Ipomea spp. e Commelina benghalensis na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p.83-90, 2006.

CHRISTOFFOLETI, P. J; OVEJERO, R. F. L. Comportamento dos Herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de- açúcar. Piracicaba: Cp2, 2009. 72 p.

CHRISTOFFOLETI, P.J. ; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. ; NICOLAI, M. ; CARVALHO, S.J.P. . Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: II Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar, 2005, Piracicaba. Palestras. Piracicaba : ESALQ/POTAFOS, 2005.

COLBY, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. *Weeds*, Columbus, v.15, p.20-22, 1967.

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

CORREIA, N.M.; BRAZ, B.A.; FUZITA, W.E. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas seca e úmida para o controle de *Merremia aegyptia* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p.631-642, 2010.

CORREIA, N.M.; KRONKA JUNIOR, B. Controle químico de plantas dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia* em cana-soca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n.3 , p.1143-1152, 2010.

CORREIA, N.M.; KRONKA JUNIOR, B. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas seca e úmida para o controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n.4 , p.853-863, 2010.

COSTA, A. C. S.P. **STUDIES ON THE BIODEGRADATION OF ATRAZINE IN SOILS CONTAMINATED WITH A COMMERCIAL FORMULATION CONTAINING ATRAZINE AND S-METOLACHLOR: SCALE-UP OF A BIOREMEDIATION TOOL BASED ON PSEUDOMONAS SP. ADP AND EVALUATION OF ITS EFFICACY.** 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Biologia Celular e Biotecnologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008.

COSTA, M. A.; MONTEIRO, R. T. R.; TORNISIELO, V. L.. Degradação de ametrina em areia quartzosa com adição de solo rizosférico de cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, [s.l.], v. 24, n. 1, p.43-48, 2000.

COSTA, S. I. A. **AVALIAÇÃO DO HERBICIDA SAFLUFENACIL NO CONTROLE DE *Ipomoea triloba* (Dammer) O'Donell e *Euphorbia heterophylla* L. NO SISTEMA DE CANA CRUA.** 2014. 76 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

COSTA, S.I.A. et al. Seletividade do herbicida saflufenacil aplicado em pós-emergência em dez variedades de cana-de-açúcar na condição de soca. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 79, n. 1, p.113-120, 2012.

DEUBER, R. *Ciência das plantas daninhas: fundamentos.* V.1. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431p.

DIAS, J.L.C.S. **SELETIVIDADE DE HERBICIDAS EM MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR.** 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

DIESEL, F. **Persistência no solo, seletividade para espécies cultivadas e interação de saflufenacil com herbicidas causadores de estresse oxidativo.** 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Cap. 6

ESTÉVEZ, M.A. et al. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s.l.], v. 123, n. 4, p.247-260, fev. 2008.

FAGLIARI, J. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p.1229-1234, 2001.

FERREIRA, E. A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p.93-99, 2005.

FERREIRA, R. R. et al. Tolerância diferencial de variedades de cana-de-açúcar a estresse por herbicidas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p.395-404, 2010.

FERREIRA, E. A. et al. TOXIDADE DE HERBICIDAS A GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, Ma, v. 6, n. 1, p.84-92, fev. 2012.

FMC Corp. Technical bulletin of sulfentrazone. Philadelphia: 1995. 6 p.

FOLONI, J.M. **Comportamento do herbicida atrazina em Latassolo Roxo sob plantio direto e convencional.** 1999. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

FRANS, R.E.; TALBERT, R.; MARK, D.; CROWLEY, H. Experimental Design and the Techniques for measuring and Analysis Plant Responses to Weed Control Practices. In: **Research Methods in Weed Science**, 3a ed., Southern Weed Science Society, 1986, p.29-46.

GALON, L. et al. Influência de herbicidas na atividade fotossintética de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 591-597, 2010.

GLEBER, L., SPADOTTO, C.A. Comportamento ambiental dos herbicidas. In: VARGAS, L., ROMAN, E.S. (Ed.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.57-87.

GUIMARÃES, G.L. **Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente**. Série técnica IPEF. Piracicaba, v.4, p. 159-180, 1987.

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.

GROSSMANN, K. et al. Saflufenacil: Biokinetic properties and mechanism of selectivity of a new protoporphyrinogen IX oxidase inhibiting herbicide. **Weed Sci.**, v. 59, n. 3, p. 290-298, 2011.

INOUE, M. H et al. Leaching potential and degradation of diuron in two soils of contrasting texture. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, supl, p.631-638, 2008.

INOUE, M.H. et al. Potencial de lixiviação de imazapic e isoxaflutole em colunas de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p.547-555, 2007.

KIRKSEY, K.B.; HAYES, R.M.; KRUEGER, W.A.; MULLINS, C.A.; MUELLER, T.C. Clomazone Dissipation in two tennessee soils. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.4, p.959-963, 1996.

KOGAN, A.; PÉREZ, J.A. **Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos Del modo de accion**. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 2003, 333p.

KRUSE, N.D. et al. Estresse oxidativo em girassol (*Helianthus annuus*) indica sinergismo para a mistura dos herbicidas metribuzin e clomazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.2, p.379-390, 2006.

KUVA, M.A; SALGADO, T.P. Manejo de Plantas Daninhas da Cultura da Cana-de-açúcar: Introdução. In: MONQUERO, P. A. et al (Org.). **Manejo de Plantas Daninhas nas Culturas Agrícolas**. São Carlos: Rima, 2014. Cap. 3. p. 82-83.

LANDELL, M. G. A. et al. **Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. 109. ed. Campinas: Iac, 2013. 16 p.

LAVORENTI, A. Comportamento de herbicidas no meio ambiente. In: EMBRAPA – CNPMA. Workshop sobre biodegradação. **Anais...** Campinas, SP, 1996. p.81-115, 1996.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B. Comportamento de pesticidas em solos - Fundamentos. In: CURI, Nilton et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sbc, 2003. p. 335-400.

LOCKE, M.A.; SMEDA, R.J.; HOWARD, K.D.; REDDY, K.N. Clomazone volatilization under varying environmental conditions. **Chemosphere**, Oxford, v.33, n. 7, p. 1213-1225, 1996.

MARCHIORI, J.R. et al. Efeito residual de Isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.491-499, 2005.

MARTINS, D. et al. Seletividade do herbicida diclosulam, aplicado em pré e pós emergência em diversas cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.4, n.2, 2005.

MARTINS, D. et al. Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. , p.1125-1134, 2010.

MATALLO, M.B. et al. Sorption and desorption of Suflafenacil in two soils in the state of São Paulo with different physical and chemical attributes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 2, p.393-399, 2014.

MATTHEWS, J.M. Management of herbicide resistant weed populations. In: POWLES, S.; HOLTUM, J. (eds.) **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton : CRC, 1994. p.317-335.

MONQUERO, P.A., BINHA, D.P., SILVA, A.C., SILVA, P.V., AMARAL, L.R. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.26, p.185-193, 2008.

MONQUERO, P.A. et al. Potencial de lixiviação de herbicidas no solo submetidos a diferentes simulações de precipitação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p.403-409, 2008.

MONQUERO, P.A. et al. Eficácia de herbicidas aplicados em diferentes épocas sobre *B. pilosa* e *I. quamoclit* em área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p.563-570, 2009.

MONQUERO, P. A. et al. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Ipomoea triloba*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p.367-372, 2009.

MONQUERO, P.A. et al. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.185-195, 2010.

MONQUERO, P. A., COSTA, V. D., KROLIKOWSKI, V. Saflufenacil no controle de *Luffa aegyptiana*, *Merremia cissoides*, *Mucuna aterrima* e *Ricinus communis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 10, n. 3, p.176-182, 2011.

MONQUERO, P.A. et al. Lixiviação de saflufenacil e residual após períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p.415-423, 2012.

MONTEIRO, R.T.R. Degradação de pesticidas. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L., eds. Microbiologia ambiental. Jaguariúna, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p.107-124.

MONTÓRIO, G. A. et al. Seletividade de herbicidas sobre as características de produção da cana-de-açúcar utilizando-se duas testemunhas. **Rbherbicidas**, Londrina, v. 4, n. 1, p.146-156, 2005.

NEGRISOLI, E. et al. Associação do herbicida tebuthiuron com a cobertura de palha no controle de plantas daninhas no sistema de cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p.621-628, 2007.

NEGRISOLI, E. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575, 2004.

NICOLAI, M. et al. Alternativas de manejo para as populações de picão-preto (*Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*) resistentes aos herbicidas inibidores da ALS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, n.3, p.72-79, 2006.

OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ompipax, 2011. 348 p.

OLIVEIRA JR, R.S. et al. Influência do período de restrição hídrica na atividade residual de isoxaflutole no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p.733-740, 2006.

OLIVEIRA, M.F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: Agropecuária, 2001. P.315-355.

OLIVEIRA, M. F. et al. Lixiviação de flumioxazin e metribuzin em dois solos em condições de laboratório. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 17, n. 2, p. 207-215, 1999.

OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná. **Sci. Agr.**, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.129, p. 16-27, 1985.

PMGCA. **Catálogo RB.** 2008. Disponível em: <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/variedades>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

PRADO, A.B.C.A. et al. Dinâmica de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos. **Rbherbicidas**, Londrina, v. 12, n. 2, p.179-187, 10 ago. 2013.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 780 p.

RAIJ, Bernardo Van. **Fertilidade do solo e Adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda., 1991. 343 p.

REFATTI, J.P. et al. Efeito da calagem na lixiviação de imazethapyr e imazapyr em solo de cultivo de arroz irrigado. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p.1008-1014, 2014.

ROBERTS, T.R. et al. Metabolic pathways of agrochemicals. Part 1: Herbicides and plant growth regulators. London: The Royal Society of Chemistry, 1998. 849 p.

ROCHA, P.R.R. et al. Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p.231-238, 2013.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: IAPAR, 2011. 591 p.

RODRIGUES, B.N. Utilização de herbicidas em plantio direto. In: FANCELLI, A.L. (Ed.) **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. P.51-85.

ROLIM, J. C. Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul, 1989. 3p.

SANTOS, E.C.; SOUZA, P.A.; CARVALHO, F.T. Eficácia do S-metolachlor associado à ametrina e hexazinona+diuron no controle pré e pós-emergente de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.10, n.2, p.165-175, 2011.

SILVA, A. A. et al. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 260p.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Métodos de Controle de Plantas Daninhas. In: SILVA, Antonio Alberto da; SILVA, José Francisco da. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa: Ufv, 2013. Cap. 2. p. 70-72.

SILVA, A. A. ; SILVA, J. F. Quanto à Seletividade. In: SILVA, Antonio Alberto da; SILVA, José Francisco da. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa: Ufv, 2013. Cap. 3. p. 83-84.

SILVA, L.O.C. et al. Mobilidade do ametryn em latossolos brasileiros. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 4, p.883-890, 2012.

TRANGUETTA, D.G. et al. Mecanismos de reação e degradação de atrazina em solo e água: estudos espectroscópicos e polarográficos. In: 2º Encontro Brasileiro sobre Substâncias Húmicas, São Paulo, SP, 1997. **Anais...** São Carlos: Embrapa-CNPDI, 1997, 149p.

TORRES, L.G. et al. Alterações nas características fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p.581-587, 12 fev. 2012.

VELINI, E.D. Comportamento de herbicidas no solo. In: VELINI, E.D.; GOTO,R.; KIMOTO,T. (Org.). SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS. 1., Botucatu, 1992. **Anais...** Botucatu: FCA/Unesp, 1992. P.44-64.

VITORINO, H.S. et al. Eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas latifoliadas em mamona. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 79, n. 1, p.129-133, 2012.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Herbicide handbook. Champaign, 1989. 310 p.

ZAR, J. H. MULTISAMPLE HYPOTHESES: THE ANALYSIS OF VARIANCE. In: ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. Cap. 10. p. 184-186.