

# **Seletividade do herbicida imazapic à cana-de-açúcar, em aplicação isolada ou com safeners, em vários estádios de desenvolvimento da cultura, na estação seca do ano**

**Marcelo Nicolai<sup>1</sup>; Saul Jorge Pinto de Carvalho<sup>1</sup>; Gaspar Miura Yamasaki<sup>2</sup>; Marcelo Osório Francisco<sup>2</sup>; Cassio Manin Paggiaro<sup>3</sup>; Pedro Jacob Christoffoleti<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> ESALQ-USP - Doutorando em Agronomia - Fitotecnia - Departamento de Produção Vegetal - Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP; <sup>2</sup> ESALQ-USP - Aluno de Graduação em Engenharia Agrônômica; <sup>3</sup> Grupo COSAN, Gerente Agrícola Corporativo; <sup>4</sup> ESALQ-USP, Professor Associado do Departamento de Produção Vegetal.

## **RESUMO**

A seletividade de alguns herbicidas utilizados na cultura de cana-de-açúcar pode ser ampliada por meio do uso de safeners, viabilizando modalidades de aplicação antes restritas. Com o objetivo de avaliar a seletividade do herbicida imazapic quando aplicado em pós-emergência da cana-de-açúcar, foi instalado um experimento em área do Grupo COSAN, em Saltinho - SP, em solo médio, na época seca do ano. Foram realizadas aplicações em quatro momentos do desenvolvimento da cultura. O sulfato de zinco (21%) ( $ZnSO_4$ ) foi utilizado como safener. Os tratamentos foram (g i.a.  $ha^{-1}$ ): imazapic a 122,5 em pré-emergência; imazapic a 122,5 e imazapic +  $ZnSO_4$  a 122,5 + 1200, em pós-emergência, com 1 folha; imazapic a 122,5 e imazapic +  $ZnSO_4$  a 122,5 + 1200, em pós-emergência, com duas folhas; imazapic a 122,5 e imazapic +  $ZnSO_4$  a 122,5 + 1200, em pós-emergência, com três folhas; clomazone + hexazinona a 1100 e testemunha sem aplicação. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As avaliações de eficácia e fitotoxicidade foram efetuadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). A partir dos resultados obtidos concluiu-se que a aplicação do herbicida imazapic, em pós-emergência, é fitotóxica à cana-de-açúcar, independentemente da adição do safener  $ZnSO_4$ , o qual reduziu a intensidade das lesões sem, no entanto, torná-las aceitáveis. As aplicações nos estádios mais avançados da cultura resultaram em maiores níveis de fitotoxicidade, contudo as lesões observadas não reduziram a produtividade da cultura. A eficácia do herbicida imazapic não foi alterada pela adição do  $ZnSO_4$ , o que pôde ser observado pelo adequado controle da tiririca (*Cyperus rotundus*).

**Palavras-chave:** Plateau, protetores, *Saccharum*, sulfato de zinco, pós-emergência.

## **ABSTRACT: Imazapic selectivity to sugarcane, in isolated application or with safener, in various development stages of the crop, in the dry season of the year**

The selectivity of some herbicides used in the sugarcane crop can be extended through the use of safeners, allowing application methods restricted before. With the objective of evaluating the selectivity of the herbicide imazapic when post-emergence applied on sugarcane, an experiment was installed in area of COSAN Group, in Saltinho – SP, in a medium soil, in the dry season of the year. Applications were carried out in four development moments of the crop. Zinc sulfate (21%) ( $\text{ZnSO}_4$ ) was adopted as safener. The treatments were (g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ): imazapic at 122.5, in pre-emergence; imazapic at 122.5 and imazapic +  $\text{ZnSO}_4$  at 122.5 + 1200, in post-emergence, with 1 leaf; imazapic at 122.5 and imazapic +  $\text{ZnSO}_4$  at 122.5 + 1200, in post-emergence, with two leaves; imazapic at 122.5 and imazapic +  $\text{ZnSO}_4$  at 122.5 + 1200, in post-emergence, with three leaves; clomazone + hexazinone at 1100 and checks without application. The experimental design was randomized blocks, with four replicates. The assessments of efficacy and phytotoxicity were performed at 30, 60, 90 and 120 days after treatment applications (DAT). From the results obtained, it was concluded that the application of the herbicide imazapic, in post-emergence, promotes sugarcane phytotoxicity, regardless the safener ( $\text{ZnSO}_4$ ) addition, which reduced the intensity of the damages without, however, make them acceptable. Applications in more advanced stages of the crop resulted in higher levels of phytotoxicity; however, the damages observed did not reduced crop yield. Herbicide efficacy was not influenced by  $\text{ZnSO}_4$  addition, what could be observed by appropriate control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*).

**Keywords:** Plateau, antidotes, *Saccharum*, zinc sulfate, post-emergence.

## **INTRODUÇÃO**

A seletividade do herbicida é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola. A mesma é considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação. A seletividade está relacionada à tolerância diferencial, sendo um fator relativo e particularmente característico para uma determinada interação herbicida-planta daninha-cultura-condições edafoclimáticas. Portanto, talvez o mais correto fosse julgar se determinado tratamento, e não um herbicida especificamente, é seletivo para determinada

cultura. Por tratamento seletivo entende-se aquele que controla plantas daninhas sem afetar seriamente aquelas que são de interesse (culturas) (Oliveira jr., 2001).

Entre os fatores que determinam a seletividade encontram-se: i) fatores relacionados às características do herbicida ou ao método de aplicação como dose, formulação, localização espacial ou temporal do herbicida em relação à planta; ii) fatores relacionados às características das plantas como seletividade associada à retenção e à absorção diferencial (idade das plantas, cultivar, tamanho da semente ou estrutura de propagação vegetativa); seletividade associada à translocação diferencial e; seletividade associada ao metabolismo diferencial (destoxificação); iii) antídotos (“safeners”) (Oliveira Jr., 2001).

A seletividade de herbicidas pode ser ampliada através do uso de antídotos (“safeners”), uma vez que tais produtos protegem as plantas cultivadas das injúrias causadas por herbicidas através de mecanismos fisiológico ou molecular determinado, sem alterar a performance de controle das plantas daninhas (Hatzios, 1983). A utilização comercial dos safeners pode viabilizar herbicidas já existentes no mercado, assim como ampliar o uso de culturas sensíveis e aumentarem a seletividade das culturas a novos herbicidas, em virtude de atuarem somente no fenótipo das plantas, não transferindo a tolerância aos seus descendentes (Hoffmann, 1962; Hatzios, 1983). Os safeners mostram elevado grau de especificidade botânica e química, protegendo determinadas culturas das injúrias provocadas pelos herbicidas, podendo ser utilizados em mistura a sementes, aplicado no solo ou na cultura, nesta última modalidade junto ao herbicida na formulação (Hatzios, 2001).

Os safeners estimulam, principalmente, a atividade da enzima glutathione transferase (GST), possibilitando maior substrato para conjugação com herbicida, assim como alguns trabalhos também associam o aumento da tolerância da cultura a herbicidas em função das reações oxidativas do metabolismo, as quais são catalisadas pelo citocromo P450 nas plantas tratadas com antídoto (Kotoula-Syka & Hatzios, 1996; Davis et al., 1998).

O primeiro safeners comercial utilizado foi o 1,8 anidrido naftálico, usado para a proteção de sementes de milho contra injúrias de herbicidas do grupo dos tiocarbamatos (Davies & Caseley, 1999), sendo descrito sua viabilidade protetora para outras culturas gramíneas. Os safeners mais conhecidos para utilizar com o grupo dos isoxazoles são o anidrido naftálico, R-29148 e diclormida nas culturas de milho e trigo (Hatzios, 2001).

O zinco (Zn) é um elemento essencial as plantas cultivadas, que pode ser administrado via solo ou via foliar. Nas folhas corresponde a uma correção de deficiência

paliativa, porém imediata, reduzindo os sintomas de clorose internervais e demais deformidades de folhas oriundas da deficiência deste micronutriente. Sendo responsável por funções vitais como crescimento e maturação, atua como ativador enzimático, tendo seus efeitos envolvidos com diversos mecanismos da fisiologia vegetal (Vitti & Serrano, 2007).

O herbicida Plateau (Imazapic) pertence ao grupo químico das imidazolinonas, que tem por mecanismo de ação a inibição da enzima ALS, responsável pela produção dos aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina. Sua absorção acontece de forma radicular e foliar e a translocação se dá pelo xilema e floema, acumulando-se nos meristemas de crescimento (Rodrigues, 2005).

O objetivo do trabalho foi avaliar a praticabilidade agrônômica do uso de sulfato de zinco (21%) como safener para o herbicida Plateau (imazapic), a fim de viabilizar seu uso em pós-emergência da cultura da cana-de-açúcar.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente ensaio foi instalado em condições de campo em área pertencente a Usina Santa Helena, do grupo COSAN, no município de Saltinho, SP, Fazenda Boa Vista, Talhão 4, denominado área 1, em solo de textura média, durante o período de julho de 2006 a dezembro de 2007.

A cultura explorada foi a cana-de-açúcar, na modalidade de cultivo de cana-soca de terceiro corte, tendo como variedade utilizada a RB 867515. Na ocasião da aplicação dos primeiros tratamentos herbicidas, a cultura encontrava-se em pré-emergência total. O corte da área deu-se em 24/07/2006. Os tratamentos culturais foram apenas aqueles relativos ao controle de plantas daninhas e no ano agrícola do ensaio não houve aplicações na área do ensaio. A colheita da área aconteceu em dezembro de 2007, com alguns meses de atraso em função das condições meteorológicas do período e principalmente pela ocorrência de alagamentos dentro da área experimental, nos meses de outubro e novembro, em função das altas precipitações observadas. A área foi colhida mecanicamente.

O experimento foi constituído por 40 parcelas experimentais, fundamentadas em 10 linhas da cultura espaçadas de 1,50 m, com 10,0 m de comprimento perfazendo área total de 150,0 m<sup>2</sup>. Cumpre ressaltar que foram realizadas capinas manuais, durante todo o ciclo da cultura no tratamento 2, objetivando a manutenção da parcela sempre no limpo, ou seja, livre da presença de plantas daninhas. O restante do ensaio também foi

privado de outras plantas daninhas não compreendidas dentro do espectro de ação do herbicida. O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Para aplicação dos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal manual com pressão constante (2 bar), propelido à CO<sub>2</sub>, com 4 pontas de jato tipo “leque” XR110:02 VS, espaçadas 0,5 m, calibrado para um consumo de calda proporcional a 200 L.ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram aplicados em pré-emergência e pós-emergência das plantas daninhas e da cultura, conforme descrito no quadro 1. Os dados referentes à data da aplicação, horário, temperatura, umidade relativa do ar e vento durante a aplicação dos herbicidas encontram-se representados também no quadro 1. O solo continha umidade no momento da aplicação dos herbicidas.

**Quadro 1.** Data, horário e condições climáticas das aplicações dos herbicidas em pré e pós-emergência. Saltinho, 2006/07.

<b>Data</b>	<b>Cultura</b>	<b>Horário</b>	<b>Temperatura do ar (°C)</b>	<b>U.R.<sup>1</sup> (%)</b>	<b>Céu</b>
<b>27/07/06</b>	<b>Pré-emergência total</b>	<b>15:30 - 16:00</b>	<b>28,0</b>	<b>65</b>	<b>aberto</b>
<b>03/08/06</b>	<b>Pós (50 a 80% com 1 folha)</b>	<b>09:00 - 09:30</b>	<b>21,2</b>	<b>75</b>	<b>aberto</b>
<b>14/08/06</b>	<b>Pós (50 a 80% com 2 folhas)</b>	<b>11:00 - 11:25</b>	<b>26,5</b>	<b>68</b>	<b>aberto</b>
<b>24/08/06</b>	<b>Pós (50 a 80% com 3 folhas)</b>	<b>14:20 - 15:00</b>	<b>29,6</b>	<b>65</b>	<b>aberto</b>

<sup>1</sup> - umidade relativa média do ar.

As avaliações foram efetuadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (DAT). Foram avaliadas a eficácia no controle das plantas daninhas e a fitotoxicidade a cultura. A metodologia de avaliação utilizada foi a visual, conforme descrito por Velini (1995), em que se comparou o controle exercido pelo herbicida com a testemunha sem capina, sendo que 0% corresponde à “ausência de controle” e 100% corresponde à “controle total”. Da mesma forma comparou-se o estado das plantas na testemunha capinada com aquelas expostas a aplicação do produto, gerando dados correspondentes a ausência de fitotoxicidade, 0%, e morte total da planta, 100%. Aos 90 DAT foram mensurados o número de folhas totalmente expandidas em 50 perfilhos. Ao término do ensaio, realizou a colheita das parcelas, gerando dados de produção e parâmetros tecnológicos da cana. A colheita consistiu no corte de todas as plantas de cana das cinco ruas centrais da parcela e a pesagem destas através de dinamômetro acoplado a garra de carregamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, a planta daninha tiririca (*C. rotundus*) foi eficientemente controlada por todos os tratamentos envolvendo o herbicida Plateau na dose de 175 g ha<sup>-1</sup> até os 120 DAT. Após os 60 DAT observou-se diferença estatística entre os tratamentos aplicados com a tiririca em pós-emergência (estágio 4) e os demais tratamentos. Considera-se que o estágio da planta daninha seja o responsável pela queda de controle, contudo o mesmo ainda encontrava-se acima do mínimo proposto por Frans et. al, 1986, que é de 80% de controle. Não foi observada diferença no controle com a adição do sulfato de zinco (21%) para os tratamentos com imazapic. Para o tratamento de Ranger a 2200 g ha<sup>-1</sup> o controle foi considerado ineficaz já a partir dos 30 DAT, o que de acordo com Rodrigues, 2005 é bastante esperado, já que o este herbicida não e recomendado para o controle da tiririca.

**Tabela 01.** Resultados de eficácia aos 30, 60, 90 e 120 DAT para a planta daninha tiririca (*C. rotundus*). Saltinho, SP. 2006/07.

Tratamentos	Dose P.C. <sup>1</sup> (g ha <sup>-1</sup> )	<i>Cyperus rotundus</i> (CYPRO)			
		Avaliações de eficácia (%)			
		30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT
1 - Testemunha capinada	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
2 - Test sem capina	-	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 d
3 - Plateau	175 (1)	100,0 a	97,8 a	95,3 a	94,3 ab
4 - Plateau	175 (2)	100,0 a	96,5 a	95,0 a	93,8 b
5 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (2)	100,0 a	98,8 a	97,3 a	95,8 a
6 - Plateau	175 (3)	100,0 a	98,0 a	97,0 a	95,8 a
7 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (3)	100,0 a	98,8 a	98,5 a	96,5 a
8 - Plateau	175 (4)	100,0 a	94,3 b	93,0 b	91,8 b
9 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (4)	100,0 a	91,3 b	90,0 b	88,8 b
10 - Ranger	2200 (1)	71,3 b	63,8 c	52,5 c	50,0 c
DMS <sup>2</sup>		3,15	4,53	5,78	5,65

<sup>1</sup> Produto Comercial; <sup>2</sup> Diferença mínima significativa; Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<5%). (x) - Estádio.

Com relação aos sintomas de fitotoxicidade observados na tabela 02, é bastante importante destacar as diferenças estatísticas observadas em todas as avaliações realizadas, entre os tratamentos de Plateau (imazapic) com e sem a adição de sulfato de zinco (21%) (ZnSO<sub>4</sub>). Aos 60 DAT, quando observadas as medias da aplicação no estágio 3 (1 a 2 folhas abertas), é notória a melhoria conferida pala adição do ZnSO<sub>4</sub> a 1200 g ha<sup>-1</sup>. O mesmo se repete para o estágio 4 (2 a 3 folhas abertas), onde a redução nos sintomas fitotoxicos e de quase 8%.

**Tabela 02.** Resultados de seletividade aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (DAT) para a cultura da cana-de-açúcar, variedade RB 867515. Saltinho, SP. 2006.

Tratamentos	Dose P.C. <sup>1</sup> (g ha <sup>-1</sup> )	Cana-de-açúcar (RB 867515)				
		Avaliações de seletividade e NFLV <sup>3</sup> (%)				
		30 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	NFLV
1 - Testemunha capinada	-	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 d	272 a
2 - Test sem capina	-	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 d	275 a
3 - Plateau	175 (1)	8,25 c	7,25 c	0,0 e	0,0 d	275 a
4 - Plateau	175 (2)	4,75 c	10,0 c	5,75 c	1,25 c	274 a
5 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (2)	4,5 c	8,25 c	4,5 cd	1,25 c	272 a
6 - Plateau	175 (3)	11,0 b	16,25 a	11,25 b	6,25 b	267 a
7 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (3)	9,5 b	12,75 b	8,25 b	2,5 c	274 a
8 - Plateau	175 (4)	18,75 a	22,5 a	15,0 a	10,0 a	259 a
9 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (4)	15,75 a	14,25 b	10,0 b	5,0 b	267 a
10 - Ranger	2200 (1)	5,75 c	4,75 c	1,25 d	0,0 d	276 a
<b>DMS<sup>2</sup></b>		<b>4,88</b>	<b>6,47</b>	<b>3,51</b>	<b>3,15</b>	<b>22,12</b>

<sup>1</sup> Produto Comercial; <sup>2</sup> Diferença mínima significativa; <sup>3</sup> número de folhas com lígula visível em 50 perfílos. Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<5%). (x) - Estádio.

Entre as avaliações é bastante normal a redução da fitotoxicidade, pois a planta de cana-de-açúcar consegue metabolizar o herbicida com o passar do tempo e retoma seu crescimento normal, sanando possíveis sintomas (Procópio et al, 2003). Isso ocorreu para todos os tratamentos, indistintamente.

Aos 90 DAT ocorreu a mesma diferenciação entre os tratamentos com e sem a adição do ZnSO<sub>4</sub> a 1200 g ha<sup>-1</sup>. Aos 120 DAT, nenhum dos tratamentos mostram notas de fitotoxicidade maiores do que 10%, indicando um boa recuperação da cultura, contudo a maior nota pertence aquele estágio onde o imazapic foi mais absorvido pelas plantas de cana, o estágio 4 (Tabela 2).

Independentemente da adição de ZnSO<sub>4</sub> e de sua aparente contribuição para redução dos sintomas fitotoxicos da cultura, as notas de fitotoxicidade mostradas, aos 60 e 90 DAT principalmente, são bastante altas mesmo para a cultura da cana-de-açúcar. A avaliação do número de folhas com lígula visível ocorrida aos 90 DAT não apresentou quaisquer diferenças entre os tratamentos herbicidas, conforme tabela 02.

**Tabela 03.** Resultados de colheita e análise tecnológica ao término do ciclo da a cultura da cana-de-açúcar, variedade RB 867515. Saltinho, SP. 2006/07.

Tratamentos	Dose P.C. <sup>1</sup> (g ha <sup>-1</sup> )	Cana-de-açúcar (RB 867515)			
		Avaliações de colheita e AT <sup>3</sup>			
		PBU <sup>4</sup>	BRIX <sup>5</sup>	Pol (%) <sup>6</sup>	Produção (t ha <sup>-1</sup> )
1 - Testemunha capinada	-	142,81 a	19,15 a	16,18 a	93,47 a
2 - Test sem capina	-	131,34 a	17,90 a	15,41 a	99,10 a
3 - Plateau	175 (1)	143,40 a	18,05 a	15,14 a	103,97 a
4 - Plateau	175 (2)	139,86 a	18,15 a	16,23 a	94,40 a
5 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (2)	136,73 a	18,43 a	15,94 a	105,77 a
6 - Plateau	175 (3)	138,61 a	19,33 a	16,65 a	98,33 a
7 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (3)	137,88 a	18,70 a	16,07 a	107,60 a
8 - Plateau	175 (4)	148,99 a	18,28 a	15,33 a	97,33 a
9 - Plateau + ZnSO <sub>4</sub>	175 + 1200 (4)	138,53 a	18,05 a	15,55 a	103,30 a
10 - Ranger	2200 (1)	139,31 a	18,85 a	16,12 a	109,87 a
	DMS <sup>2</sup>	22,17	1,87	1,90	24,83
	CV(%) <sup>7</sup>	5,66	4,88	4,93	10,07

<sup>1</sup> Produto Comercial; <sup>2</sup> Diferença mínima significativa; <sup>3</sup> análises tecnológica; <sup>4</sup> - peso do bagaço úmido na prensa; <sup>5</sup> - medida do teor de sacarose no caldo obtido pela prensa; <sup>6</sup> - porcentagem aparente de sacarose existente no caldo obtido pela prensa (pol no caldo). <sup>7</sup> - coeficiente de variação. Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<5%). (x) - Estádio.

As avaliações realizadas no momento da colheita não contribuíram para diferenciação de possíveis efeitos fitotóxicos dos tratamentos herbicidas deste ensaio. Os dados de produção, em toneladas por hectare, apresentaram igualdade estatística entre todos os tratamentos, inclusive para a testemunha sem capina. O alongamento do ciclo da cultura contribui para o desenvolvimento vegetativo da mesma, mascarando possíveis diferenças entre os tratamentos herbicidas (Fernandes, 2003; Procópio et al, 2003).

Da mesma forma, os parâmetros tecnológicos avaliados não apresentaram quaisquer diferenças estatísticas, em virtude possivelmente do alongamento do ciclo e da alta umidade no momento da colheita (Caputo, 2006), o que pode ser endossado pelos baixos valores dos coeficientes de variação dos diferentes parâmetros avaliados.

Concluindo-se, a adição de sulfato de zinco (21%) a 1200 g ha<sup>-1</sup> não acarretou alterações na eficácia do Plateau (imazapic), sendo a dose de 175 g de imazapic ha<sup>-1</sup> viável para o controle da planta daninha tiririca (*Cyperus rotundus*), em solo médio, na época seca do ano; A seletividade do Plateau (imazapic) na aplicação em pós-emergência da cultura da cana-de-açúcar foi auxiliada pela adição de sulfato de zinco (21%) a 1200 g ha<sup>-1</sup>. Entretanto, os sintomas visuais de fitotoxicidade foram elevados mesmo para os tratamentos herbicidas envolvendo a adição de ZnSO<sub>4</sub>; A produtividade e os parâmetros tecnológicos Brix, PBU e Pol do caldo não sofreram alterações por conta



do tratamento utilizado conforme discussão acima, entretanto pela tendência dos resultados, o Plateau deve ser aplicado sempre em pré-emergência da cultura; Os diferentes estádios de desenvolvimento em que a cultura recebeu a aplicação do Plateau (imazapic) interferiram na intensidade dos sintomas fitotóxicos, mostrando que quanto mais área foliar a cultura apresenta, mais intensa é a fitotoxicidade do herbicida citado, independentemente da adição do ZnSO<sub>4</sub>.

## LITERATURA CITADA

- CAPUTO, M.M. Indução da maturação por produtos químicos e sua consequência na qualidade tecnológica de diferentes genótipos de cana-de-açúcar. **Dissertação (mestrado)**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP. 2006. 137 p.
- DAVIES, J. et al. **Mode of action of naphthalic anhydride as a safener for herbicide AC 263222 in maize**. Pestic. Sci. v.52, n.1, p.29-38, 1998.
- DAVIES, J.; CASELEY, J.C. **Herbicide safeners: a review**. Pestic. Sci. v.55, n.11, n.1043-1058, 1999.
- FERNANDES, A.C. **Cálculos na Agroindústria de Cana-de-açúcar**. 2 ed. Piracicaba, SP - STAB, 2003. 240 p.
- 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.
- HATZIOS, K.K. **Antagonistas: aspectos fisiológicos, bioquímicos y uso agrícola**. In: **Uso de herbicidas em la agricultura Del siglo XXI**[II Simposium Internacional ... Córdoba, 2001.]; Rafael De Prado, Jesús V. Jorrín (ed.), - Cordoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 2001. p.599-605.
- HATZIOS, K.K. **Herbicide antidotes: Development, chemistry and biochemistry**. Advances Agronomy, 36: 265-316, 1983.
- HOFFMANN, O.L. **Chemical seed treatments as herbicide antidotes**. Weeds. v.10, n.32, 1962.
- KOTOULA-SYKA, E.; HATZIOS, K.K. **Interactions of tribenuron with four safeners and piperonyl butoxide on corn (*Zea mays*)**. Weed Sci. v.44, n.2, p.215-218, 1996.
- OLIVEIRA Jr., R.S. de. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. In: **Plantas daninhas e seu manejo**. In:Coord. Oliveira Jr., R.S. de e Constantin, J. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.291-314<sup>a</sup>.

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

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. (ed.). **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos autores, 2005. 591 p.

VELINI, E.D. **Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia**. 1995. 250f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

VITTI, G. C. ; SERRANO, Caroline Gomes de Ernandes . **O zinco na agricultura**. DBO Agrotecnologia, São Paulo, v. 3, p. 10 - 11, 01 mar. 2007.

### **AGRADECIMENTOS**

A BASF S.A., na pessoa do Sr. Nilton Degaspari, pelo apoio com os insumos e determinação das diretrizes básicas do trabalho.

Ao GRUPO COSAN pela liberação de área e auxílio nas avaliações e análises de colheita e parâmetros tecnológicos.

Ao GPD (Grupo de Plantas Daninhas) pelo auxílio geral na condução do trabalho.