

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**LIXIVIAÇÃO DE SULFENTRAZONE E AMICARBAZONE
COM A ADIÇÃO DE ÓLEO MINERAL EM RESPOSTA À
PRECIPITAÇÃO E EMERGÊNCIA DE *Ipomoea* spp. EM
FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E
COBERTURA COM PALHA**

Tiago Furtado Bachega
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Agosto de 2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**LIXIVIAÇÃO DE SULFENTRAZONE E AMICARBAZONE
COM A ADIÇÃO DE ÓLEO MINERAL EM RESPOSTA À
PRECIPITAÇÃO E EMERGÊNCIA DE *Ipomoea* spp. EM
FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E
COBERTURA COM PALHA**

Tiago Furtado Bachega

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo M. Damasceno
Pavani**

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Julho de 2008

Bachega, Tiago Furtado
B119l Lixiviação de sulfentrazone e amicarbazone com a adição de óleo mineral em resposta à precipitação e emergência de *Ipomoea* spp. em função da profundidade de semeadura e cobertura com palha / Tiago Furtado Bachega. -- Jaboticabal, 2008.
x, 75 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Banca examinadora: Marcelo da Costa Ferreira, Dagoberto
Martins
Bibliografia

1. Corda-de-viola. 2. Cana-de-açúcar. 3. Adjuvantes. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.51:633.61

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TIAGO FURTADO BACHEGA: – é natural de Adamantina, SP, (30/01/1982), onde cursou e completou o primeiro e o segundo grau. Entre março de 2000 e dezembro de 2004 cursou Agronomia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP – Campus de Jaboticabal) junto à LIV turma. Durante a graduação, desenvolveu projetos nas áreas de plantas daninhas e herbicidas nas culturas de mais importância para a agricultura brasileira, que foram base para o projeto de Iniciação Científica pelo Programa PIBIC/CNPq (2003/04) o qual resultou em sua monografia intitulada “Avaliação da tolerância de dois cultivares de tomate ao metribuzin em resposta à luz e à disponibilidade de água”. De fevereiro de 2005 a novembro de 2007 trabalhou no departamento técnico da empresa Union Agro Ltda, desenvolvendo os adjuvantes da empresa. Paralelamente ingressou no curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, nessa mesma instituição, no ano de 2006. Atualmente, atua no desenvolvimento de produtos como assistente junto à empresa Dupont nas áreas de herbicidas inseticidas e fungicidas.

DEDICO

Aos meus pais Adevar e Helena

Às minhas irmãs Tatiana (*in memorian*) e Leila Tatiana

Aos meus irmãos Lucas e Mateus,

Simplesmente Obrigado!

OFEREÇO

À minha querida Ligia,

Sem você não posso!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e pela vida.

Ao Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves pela amizade e orientação ao longo de todos estes anos.

À Prof. Dra. Maria do Carmo Morelli Dasmasceno Pavani, pela paciência e amizade.

Aos membros que compuseram a banca examinadora (Prof. Dr. Dagoberto Martins; Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira) pelas sugestões apresentadas.

À minha querida noiva e futura esposa Ligia Pecoriello Saes pelo auxílio em todas as etapas deste trabalho.

A empresa Union Agro na pessoa do Engenheiro Agrônomo Mestre Marcelo Boschiero pela oportunidade e idéias.

A Usina Bonfim pela disponibilidade de área.

Aos amigos: Thiago Castilho Vieira, Tiago Pereira Salgado, Eduardo Dollo Contato, Daniel Donato Hernandez, Marcos Antonio Kuva, Marco Antonio Farias, Nilton Souza Junior, Mariana Casari Parreira, Mariluce Nepomuceno, Roberta Macedo Mayer, e a tantos outros, por todos os momentos bons e ruins ao longo de todos estes anos.

Às Repúblicas: Power Guido, Mete Marcha, Poxotó, e tantas outras pela convivência.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP - Campus de Jaboticabal pela minha formação.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cana-de-açúcar e a interferência das plantas daninhas.....	3
2.2 O gênero <i>Ipomoea</i>	5
2.3 Métodos de controle das plantas daninhas.....	8
2.4 Controle químico.....	9
2.5 Comportamento dos herbicidas no solo.....	11
2.6 Sulfentrazone.....	17
2.7 Amicarbazone.....	19
2.8 Adjuvante.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Lixiviação dos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone através de colunas de solo submetidos à diferentes regimes de pluviosidade com e sem adjuvante.....	24
3.2 Efeito da profundidade de semeadura e da camada de palha de cana- de-açúcar sobre a emergência de <i>I. nil</i> e <i>I. hederifolia</i>	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Ensaio de Lixiviação.....	32
4.1.1 Planta teste – Sorgo.....	32
4.1.2 Planta teste – <i>Ipomoea nil</i>	39
4.2 Ensaio de Emergência.....	45

5. CONCLUSÕES.....	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
7. ANEXO.....	72

LIXIVIAÇÃO DE SULFENTRAZONE E AMICARBAZONE COM A ADIÇÃO DE ÓLEO MINERAL EM RESPOSTA À PRECIPITAÇÃO E EMERGÊNCIA DE *Ipomoea* spp. EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA E COBERTURA COM PALHA

RESUMO - O presente trabalho objetivou avaliar a lixiviação dos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone aplicados a campo, com e sem óleo mineral, e correlacioná-la com o controle de corda-de-viola (*Ipomoea nil* e *I. hederifolia*), oriundas de sementes depositadas em diferentes profundidades e sob diferentes camadas de palha de cana-de-açúcar. Em área de plantio de cana-de-açúcar, após acumuladas precipitações de 35, 67 e 106 mm, tubos de PVC de 10 cm de diâmetro, seccionados longitudinalmente, foram enterrados até a profundidade de 35 cm. Os tubos foram retirados e, depois da última amostragem (106 mm), foram semeadas as plantas testes sorgo e *Ipomoea nil* em toda a seção dos tubos. Foram realizadas avaliações visuais de intoxicação aos 7, 10 e 15 dias após a semeadura (DAS) e aos 20 DAS procedeu-se a determinação da matéria seca das plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas consistiram da aplicação de dois herbicidas (amicarbazone e sulfentrazone), adicionados ou não de óleo, e uma testemunha sem herbicida. Nas subparcelas estudou-se as profundidades de lixiviação (0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30; 30-35 cm). Pelo bioensaio, a presença do sulfentrazone foi estimada na camada superior até os 10 cm de profundidade, mesmo com 106 mm de precipitação e independentemente da adição do óleo. Contudo, com o aumento da precipitação, constatou-se aumento do efeito fitotóxico do produto. Para o amicarbazone sob 35 mm de precipitação, constatou-se a presença até 15 cm de profundidade, independentemente da adição do óleo. Com o aumento da precipitação para 67 mm, o produto foi lixiviado para camadas mais profundas e a adição do óleo manteve o produto nos 15 cm superficiais. Com 105 mm de precipitação, o produto deixou de ser fitotóxico, independentemente da adição do óleo. Para avaliação da emergência de corda-de-viola, sementes de duas espécies (*I. nil* e *I. hederifolia*) foram depositadas nas profundidades de 0; 2,5; 5, 10 e 15 cm. Após a semeadura, os vasos foram cobertos por três camadas

de palha de cana-de-açúcar, equivalentes a 0, 8 e 12 ton ha⁻¹. Avaliou-se a emergência das plântulas aos 6, 10, 15 e 25 DAS e aos 25 DAS determinou-se a matéria seca. Nesta ocasião, as sementes não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio. Verificou-se que *I. hederifolia* emergiu em maior número em relação a *I. nil*. A emergência concentrou-se nas profundidades mais superficiais (acima de 5 cm). A cobertura de palha provocou redução na emergência, principalmente com 12 ton.ha⁻¹. Pode-se concluir que após 35 mm de precipitação os dois herbicidas atingiriam as profundidades necessárias para se proporcionar o controle das duas espécies de corda-de-viola, mas após precipitações de 67 e 106 mm somente o amicarbazone perdeu seu efeito fitotóxico, sendo que a adição do óleo minimiza essa perda de eficiência sob precipitação de 67 mm.

Palavras-chave: corda-de-viola, cana-de-açúcar, adjuvante.

**LIXIVIATION OF SULFENTRAZONE AND AMICARBAZONE WITH THE
ADDITION OF MINERAL OIL IN RESPONSE TO RAINFALL AND
EMERGENCE OF *Ipomoea* spp. ACCORDING OF SOWING DEPTH AND
STRAW COVER**

SUMMARY - This study aimed to evaluate the lixiviation of sulfentrazone and amicarbazone applied to the field, with and without mineral oil, and its relationship with the control of morning glory (*Ipomoea nil* and *I. hederifolia*), from seed deposited at different depths and under different layers of sugar cane straw. In sugar cane field, after accumulated rainfall of 35, 67 and 106 mm, PVC pipes of 10 cm in diameter, sliced lengthwise, were buried by the depth of 35 cm. The tubes were removed and, after the last sampling (106 mm), the tests plants sorghum and *Ipomoea nil* were sown across the section of pipe. Visual assessments of intoxication were made at 7, 10 and 15 days after sowing (DAS) and 20 DAS the dry weight of the seedlings was determined. The experimental design was a randomized block in split plots scheme with four replications. The plot consisted of application of two herbicides (amicarbazone and sulfentrazone), with or without mineral oil, and a control without herbicide. In subplots was studied the depths of leaching (0,0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10, 10-15, 15-20, 20-25; 25-30; 30 - 35 cm). For the bioassay, the presence of sulfentrazone was estimated in the upper layer to the 10 cm deep, even with 106 mm of rainfall and whether adding the oil. However, with increasing precipitation, it was increasing the phytotoxic effect of the product. For amicarbazone under 35 mm of rainfall, it was the presence by 15 cm deep, regardless of adding oil. With the increase in rainfall to 67 mm, the product was leachate to deeper layers and the addition of oil kept the product in the 15 cm surface. With 105 mm of precipitation, the product is no longer phytotoxic, regardless of adding oil. To studied the emergence of morning glory, seeds of two species (*I. nil* and *I. hederifolia*) were deposited at depths of 0, 2.5, 5, 10 and 15 cm. After sowing, the pots were covered by three layers of sugar cane straw, equivalent to 0, 8 and 12 t ha⁻¹. The emergence of seedlings was evaluated at 6, 10, 15 and 25 DAS and 25 DAS it was determined to dry mass. The seeds not germinated were subjected to the test of tetrazolium. It was found that *I. hederifolia* emerged in greater numbers regarding *I. nil*. The

emergency is concentrated in the more superficial depths (over 5 cm). The cover of straw caused reduction in emergency, especially with 12 t ha⁻¹. It was concluded that after 35 mm of rainfall the two herbicides achieve the depths necessary to provide the control of two species of morning glory, but after rainfall of 67 and 106 mm only amicarbazone lost their phytotoxic effect, whereby the addition of the mineral oil minimizes the loss of efficiency in precipitation of 67 mm.

Keywords: morning-glory, sugar cane, adjuvant.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso de herbicidas em pré-emergência das plantas daninhas tem-se destacado na cultura da cana-de-açúcar, apresentando como vantagens a aplicação em estádios mais precoces da cultura, proporcionando, assim, melhor distribuição e posicionamento do produto químico sobre o alvo, a manutenção da cultura no limpo e a otimização de maquinário e mão-de-obra (MARTINI e DURIGAN, 2004).

Os herbicidas sulfentrazone e amicarbazone são utilizados na cultura de cana-de-açúcar e são recomendados para o controle de dico e monocotiledôneas em pré-emergência, e apresentam indicação de controle para *I. grandifolia* (Dammer) O'Donnell (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005), mas tem-se observado também um bom controle de outras espécies de *Ipomoea* com estes herbicidas. As convolvuláceas, principalmente as pertencentes aos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*, destacam-se entre as plantas daninhas que podem causar sérios danos à cultura da cana-de-açúcar, especialmente em áreas em que a cana é colhida de forma mecanizada. Além de competir com a cultura cultivada, esta planta caracteriza-se por apresentar altos teores de umidade na época da colheita e, por tratar-se de uma trepadeira, se entrelaça na cultura, interferindo nas operações da colheita já que dificulta o trabalho das máquinas, além de depreciar o produto colhido devido à presença de restos da planta daninha na carga transportada para o processamento industrial.

Quando as moléculas de determinado pesticida são aplicadas no ambiente, independentemente da forma da aplicação, o destino final, na maioria dos casos será o solo. Já no solo, as moléculas podem seguir diferentes rotas, isto é, podem ser retidas nos colóides minerais e orgânicos e, a partir daí, passarem para formas indisponíveis ou serem novamente liberadas à solução do solo, processo conhecido como dessorção. As moléculas também podem ser transformadas em outras, chamadas de produtos de transformação ou metabólitos. O ponto final desta transformação, naturalmente para moléculas que atingem esta fase, é a mineralização à CO₂, H₂O e íons minerais, o que se dá fundamentalmente via

microorganismos. Se as moléculas se encontram na solução do solo, elas podem ser absorvidas pelas raízes das plantas ou serem lixiviadas para camadas subsuperficiais do perfil do solo, além de outros processos (PRATA, 2002). No entanto, estes processos são dependentes do tipo de solo e das condições climáticas e conhecê-los é importante para prever o comportamento de herbicidas nas classes de solo e para seleção de dosagens adequadas, bem como para evitar efeitos prejudiciais ao ambiente e às culturas subseqüentes (BRADY, 1974; VELINI, 1992; RESENDE et al., 1995).

Os fabricantes de produtos fitossanitários incluem, geralmente, em suas etiquetas de recomendações de uso, a adoção de adjuvantes para aumentar a atividade biológica do ingrediente ativo, melhorar a segurança da aplicação, minimizar ou eliminar uma ou mais variáveis que afetam a qualidade de uma aplicação, controlar melhor os riscos potenciais de deriva, diminuir a exposição do trabalhador ou a contaminação do meio ambiente, melhorar economicamente a aplicação, dando maior eficiência aos tratamentos iniciais e diminuir os tratamentos seqüenciais ou permitir uma menor taxa de aplicação do ingrediente ativo (UNDERWOOD, 2000).

WITT (2001) define como adjuvante agrícola qualquer substância acrescentada ao tanque de pulverização, sem contar os adjuvantes contidos na formulação do produto fitossanitário, que melhore o desempenho da aplicação.

O óleo mineral Agridex, segundo o fabricante (Union Agro, 2007), é recomendado para adição a herbicidas aplicados em pré-emergência e apresenta, dentre algumas de suas características, redução na produção de gotas satélites, propiciando menor deriva.

Em virtude do relatado, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a lixiviação dos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone aplicados a campo através de colunas de solo, após diferentes volumes de precipitação e correlacionar com a emergência de plântulas de corda-de-viola (*Ipomoea nil* e *I. hederifolia*), semeadas em diferentes profundidades e sob diferentes camadas de cobertura de palha de cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cana-de-açúcar e a interferência das plantas daninhas

Os primeiros relatos do cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) provêm da Nova Guiné difundindo-se, progressivamente para a China e Índia e chegou ao Brasil na metade do século XVI (FALCONNIER, 1991). Atualmente é uma das principais culturas agrícolas do país e do seu processo industrial, obtém-se o açúcar e suas derivações como o álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura de cana, o bagaço, dentre outros (FIESP-CIESP 2006).

Segundo A CONAB (2008) o prognóstico da produção de cana-de-açúcar para a nova safra que está se iniciando, indica que o volume total a ser processado pelo setor sucroalcooleiro, deverá atingir um montante entre 558,1 e 579,8 milhões de toneladas. Este volume representa um aumento de 11,3% a 15,6% do obtido na safra passada, ou seja, uma quantidade de 56,6 a 78,2 milhões de toneladas adicionais do produto. Para a região centro-sul, que inclui os Estados da região sudeste, sul e centro-oeste, cuja participação está próxima de 90,0% do total nacional, os resultados indicam um aumento de 12,46% a 16,75% no volume da cana a ser processada. Desse total, foi estimado, que 42,78% será destinado à fabricação de açúcar e 57,22% à produção de álcool, em relação ao ponto médio.

No estado de São Paulo, o cultivo da cana-de-açúcar pode ser separado em três grupos, segundo a época de plantio e o número de cortes. A cana plantada no final de cada ano se desenvolverá inicialmente sob condições de boa umidade e temperatura e será colhida após um ano, sendo denominada de “cana-de-ano”. Já, a cana plantada no início de cada ano, será colhida após dezoito meses, sendo denominada “cana-planta de ano e meio”. Após o primeiro corte todas serão colhidas, aproximadamente, um ano após e são denominadas “cana-soca” (KUVA, 1999).

Em função do longo período de safra da cana-de-açúcar, a cultura encontra diferentes condições de ambiente, tais como: temperatura, umidade relativa e umidade do solo. Com relação à umidade do solo, no início da safra no estado de São Paulo (abril-junho) as chuvas começam a ficar mais espaçadas, mas ainda

existe umidade do solo resultante das chuvas de verão e a cana colhida nesta época é denominada soca “meio úmida”. Em seguida, nos meses de junho a agosto ocorre um período de estiagem e o solo fica em condições de baixíssima umidade, sendo as canas colhidas nesta época denominadas de “soca seca”. Em meados de setembro é a fase de reincidência das chuvas e restituição de umidade no solo, sendo denominado de soca “meio-seca” os canaviais colhidos nesta época. Com a estabilização das chuvas, constitui-se a “soca úmida” de final de safra.

Um dos fatores que mais interferem negativamente na produção da cana-de-açúcar, é a presença de uma comunidade infestante de plantas daninhas, pois podem reduzir a quantidade e a qualidade dos colmos e incrementando os custos de produção (LORENZI, 1988).

O termo interferência refere-se ao somatório de pressões que sofre uma determinada cultura em decorrência da presença de plantas daninhas no ambiente comum. A presença dessas plantas que emergem espontaneamente nos ecossistemas agrícolas pode condicionar uma série de fatores bióticos atuantes sobre as plantas cultivadas que irão interferir não só na sua produtividade como na operacionalização do sistema de produção empregado e na qualidade do produto (PITELLI, 1985).

O grau de interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas pode ser definido como a redução percentual da produção econômica provocada pela convivência com a comunidade infestante. Esse grau de interferência depende de fatores ligados à própria cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio), à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e à época e extensão do período de convivência, podendo, ainda, ser influenciado pelas condições edáficas, climáticas e pelos tratamentos culturais (PITELLI, 1985).

A presença das plantas daninhas nas áreas cultivadas resulta redução da produtividade, tanto pela competição direta pelos fatores de produção, quanto pela interferência sobre as plantas cultivadas, como ocorre no caso da alelopatia.

A redução da produtividade da cana-de-açúcar em função da presença da comunidade de plantas daninhas tem sido relatada na literatura por diversos autores, entre os quais; ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982), GRACIANO & RAMALHO (1983), GRACIANO (1989), CONSTANTIN (1993) e COLETI et al.,

(1997). Em canaviais recém implantados nas condições de outono no estado de São Paulo, as perdas de produtividade em decorrência da interferência das plantas daninhas variaram em função do tipo de infestação. Numa área que predominava tiririca a produtividade foi reduzida em 20% (KUVA et al., 2000); infestação predominantemente de capim-braquiária promoveu perdas de até 82% (KUVA et al., 2001) e infestação mista de capim-braquiária e capim-colonião promoveu perda de 40% (KUVA et al., 2003).

Em uma comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies exercem a mesma intensidade na interferência imposta ao desenvolvimento e à produtividade da cultura. Existem espécies dominantes, que são as que originam a maior parte da interferência, as espécies secundárias, presentes numa menor densidade e cobertura, e as acompanhantes, cuja presença é ocasional e que dificilmente resultam em problemas econômicos aos cultivos (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al., 1991).

Do ponto de vista agrônomo, o conhecimento da estrutura de uma comunidade de plantas daninhas é muito importante. Antes de determinar um programa de controle, é necessário estabelecer uma ordem de prioridades entre as espécies presentes. As espécies predominantes, pela sua abundância e nocividade, deverão receber uma atenção especial, concentrando quase todos os esforços de controle. Embora as espécies secundárias não requeiram atenção individualizada, não se deve ignorar sua presença (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al., 1991). Há exemplos de inversão das importâncias relativas das espécies devido à adoção de métodos de controle (MONQUERO & CHRISTOFFOLETI, 2003) e à alteração no sistema de cultivo (VOLL et al., 2001) ou no esquema de rotação de culturas (BUHLER et al., 1997), como é o caso das espécies de corda-de-viola (*Ipomoea* spp. e *Merremia* spp.) que estão se tornando espécies de plantas daninhas de elevada importância em área de colheita de “cana crua”.

2.2 O gênero *Ipomoea*

A queimada da cana-de-açúcar será proibida no Estado de São Paulo, conforme esquema de restrições legais progressivas até o ano de 2021, em áreas com possibilidade de mecanização da colheita, e 2031, nas demais áreas (Decreto nº

47.700 de 11.3.2003, que regulamenta a lei nº 11.241 de 19-9-2002). Devido a essa nova realidade, a semeadura direta sob a palha vem assumindo grande importância nos seus sistemas de produção.

No que se refere ao comportamento das plantas daninhas, tem-se notado que em áreas de "cana crua" estão surgindo infestações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea* spp. (MARTINS et al., 1999). Segundo PITELLI & DURIGAN (2001), o efeito físico da cobertura morta pode reduzir as chances de sobrevivência das plântulas de plantas daninhas com pequenas quantidades de reservas nas sementes, as quais podem não ser suficientes para lhes garantir a sobrevivência no espaço percorrido através da cobertura, até que tenha acesso à luz e inicie o processo de fotossíntese. Portanto, entre outras características, as espécies que possuem sementes com grande quantidade de reservas terão maior probabilidade de perpetuar-se nesse novo sistema de produção.

A família Convolvulaceae compreende 55 gêneros com 1650 espécies (KISSMANN & GROTH, 1999). No Brasil, 23 espécies da família Convolvulaceae são consideradas daninhas e, dentre estas quatro espécies do gênero *Merremia* e 19 espécies do gênero *Ipomoea* (BLANCO, 1978).

De um modo geral, são plantas com caule ramificado, longo e volúvel, com crescimento sobre obstáculos diversos. As flores são vistosas, com corola infundibuliforme ou hipocrateriforme, intensamente colorida, sendo muitas espécies apreciadas como ornamentais, especialmente para cobrir caramanchões (KISSMANN & GROTH, 1999). Segundo o mesmo autor, na família Convolvulaceae, o gênero *Ipomoea* é o mais destacado tanto pelo número de espécies como pela importância de muitas dessas espécies, cuja fotossíntese é efetuada pelo ciclo C3.

KUVA et al. (2007), avaliando a composição e distribuição da flora de plantas daninhas emergidas em agroecossistemas de cana-de-açúcar observou que as diferentes espécies de corda-de-viola (*Ipomoea nil*, *I. quamoclit*, *I. hederifolia*, *I. grandifolia*, *I. purpurea* e *Merremia cissoides*) destacaram-se em 17 áreas; em cinco delas, uma destas espécies foi a principal planta daninha; em uma área foram detectadas duas espécies; e em duas áreas foram detectadas três espécies.

Trabalhando com uma camada de 15 t ha⁻¹ de palha de cana, AZANIA et al. (2002) constataram que as sementes de *I. quamoclit* e *M. cissoides* ainda

conseguiram germinar e emergir sob a palha, embora com redução de 46 e 62%, respectivamente, quando comparado à ausência de palha. Adicionalmente, esses autores concluíram que, entre as diferentes espécies estudadas, *I. hederifolia* foi a menos suscetível à cobertura de palha, enquanto *M. cissoides* foi a mais sensível.

De acordo com MARTINS et al. (1999), a presença da cobertura de palha implementou a emergência das plântulas de *I. grandifolia* apenas nas quantidades de 2 a 8 t/ha de palha de cana crua.

GRAVENA, et al. (2004) estudaram a eficiência da palha de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas que ocorrem em canaviais. Observaram que as espécies de *Ipomoea* foram as plantas daninhas menos afetadas pela palha da cana-de-açúcar. Porém obtiveram comportamento semelhante entre si; apresentando redução em suas populações, principalmente devido à maior quantidade de palha, aos 15 e 60 DAA. As reduções proporcionadas por 15 t ha⁻¹, em relação à ausência da palha, foram de 62 e 53%, aos 15 e 60 DAA, respectivamente. O acúmulo de biomassa seca pelas plantas de *Ipomoea* foi maior na presença da palha. Esse resultado provavelmente ocorreu em virtude da intensa competição entre as plantas que cresceram sem a presença da palha, que foi onde houve maior número total de plantas emergidas e maior acúmulo total de biomassa seca.

CORREIA & DURIGAN (2004) observaram que no sistema de colheita da cana crua, com a manutenção da palha de cana na superfície do solo, deverá haver uma redução na densidade populacional de *Brachiaria decumbens*, *Sida spinosa* e *Digitaria horizontalis*, a qual, em quantidades de palha iguais ou superiores a 10 t ha⁻¹. No entanto, as espécies *I. grandifolia* e *I. hederifolia* tendem a manter-se como plantas-problema, enquanto *I. quamoclit* deverá aumentar a sua densidade populacional.

Além da cobertura do solo outros fatores afetam a emergência das plantas daninhas. Um destes fatores é a profundidade em que as sementes se encontram. Segundo GUIMARÃES et al. (2002) a profundidade no solo em que uma semente é capaz de germinar e produzir plântula é variável entre as espécies e apresenta importância ecológica e agrônômica.

OLIVEIRA Jr. & DELISTOIANOV (1996) depositando sementes de *Desmodium purpureum* em diversas profundidades, concluíram que a emergência

das plântulas foi inviabilizada em profundidades maiores que 3,75 cm, indicando que o posicionamento das sementes abaixo desta profundidade pode funcionar como método cultural de controle dessa espécie.

MUNIZ FILHO et al. (2004), estudando a capacidade de emergência de picão-preto em diferentes profundidades de semeadura, concluíram que a maior de velocidade de emergência das plantas foi obtida na menor profundidade de semeadura (2,0 cm de profundidade).

Outros autores como FAUSEY & RENNER (1997), CARMONA & BÔAS (2001) e BRIGHENTI et al. (2003), estudando a germinação de sementes de plantas daninhas como *Cardiospermum halicacabum*, *Setaria faberi* e *Panicum dichotomiflorum*, observaram que a maior porcentagem de germinação ocorreu quando elas foram posicionadas entre 1 e 5 cm de profundidade, embora possa haver algum nível de germinação em profundidades de até 12 cm.

GHORBANI et al. (1999) observaram que as sementes de *Amaranthus retroflexus* colocadas na superfície do solo e a 4 cm de profundidade tiveram emergência reduzida. As profundidades nas quais houve maior emergência foram as de 0,5 e 3 cm. Os autores sugeriram que a baixa taxa de emergência das sementes colocadas na superfície do solo pode ter sido causada pelo pequeno contato das sementes com o solo ou pelo baixo potencial hídrico, enquanto a 4 cm de profundidade poderia ter havido limitação física para emergência das plântulas.

2.3 Métodos de controle das plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar nos sistemas de produção atualmente em uso na canavicultura brasileira esta baseado na integração de medidas culturais, mecânicas, físicas e químicas.

Dentre as medidas culturais destacam-se manejo de variedades de alto perfilhamento e, conseqüentemente sombreamento precoce do solo, redução de espaçamentos de plantio, condução de soqueiras para rápido perfilhamento nas fases iniciais de cultivo de soqueiras e de “quebra lombo” em cana-planta, que dentre suas finalidades de execução está o manejo de plantas daninhas em pós-emergência. Como medidas físicas pode ser destacado a presença de resíduos da colheita da cana-de-açúcar sem queima deixada sobre a superfície do solo, que além

de outras implicações no sistema de produção, acarreta supressão da infestação de algumas espécies de plantas daninhas através de influências físicas, químicas e biológicas da palhada. No entanto, o principal método de controle das plantas daninhas empregado pelos produtores de cana-de-açúcar é o uso de herbicidas, aplicados em condições de pré-emergência ou pós-emergência inicial ou eventualmente em condições de pós-emergência tardia em jato dirigido a em entrelinha da cultura, com as plantas daninhas em estágio mais tardio desenvolvimento (CHRISTOFFOLETI, et al. 2005).

2.4 Controle químico

O controle de plantas daninhas, numa dimensão técnica e econômica, por meio de produtos químicos, iniciou-se no começo deste século XX, com sais e ácidos fortes (DEUBER, 1992).

Atualmente, o controle químico é largamente utilizado e, em determinadas lavouras, é o único método empregado. Um exemplo típico, no Brasil, é a lavoura de cana-de-açúcar, na qual o método quase exclusivo de controle das plantas daninhas é o da utilização de herbicidas. A aplicação de herbicidas é realizada com equipamentos diversos, que podem ser manuais, tratorizados e aéreos. Atualmente, há herbicidas recomendados para os três grupos de cana.

Os objetivos do controle químico de plantas daninhas é a obtenção de máxima eficácia de controle de plantas daninhas, com alta seletividade para a cultura, de forma econômica e com a minimização dos efeitos ambientais. No entanto, os herbicidas atualmente em uso na cultura da cana-de-açúcar apresentam variações específicas de eficácia de controle das espécies que compõem a comunidade de plantas daninhas infestantes das áreas onde são aplicados, como grau de seletividade para a cultura em função da dose, época de aplicação, condições edáficas e climáticas, estágio fenológico e condições fisiológicas e bioquímicas da cultura e das plantas daninhas. Por outro lado, a gama de produtos disponíveis no mercado varia em suas características físico-químicas, que interagem com os aspectos climáticos, edáficos e culturais do sistemas de produção. Estas interações permitem variabilidade de aplicação e usos de herbicidas, posicionando os herbicidas em diferentes nichos de aplicação na cultura, sendo que, para a correta seleção

desta estratégia é necessário o conhecimento das interações mencionadas (CHRISTOFFOLETI, et al. 2005)

Para obter-se resultados bem uniformes de controle com a aplicação de herbicidas em pré-emergência é necessário que o solo esteja bem preparado, sem torrões ou restos de cultura, pois estes resultam em áreas sem herbicida na superfície, ficando estas sujeitas à infestação. Os próprios torrões contêm sementes que poderão ficar protegidos de herbicida por determinado período e, depois germinar. Com chuvas sucessivas, os torrões vão sendo erodidos e se desmancham, e a camada de herbicida é carregada, permitindo a germinação e emergência de plantas daninhas (DEUBER, 1992).

A presença da camada de palha trouxe alterações na dinâmica e eficácia dos herbicidas bem como nas composições específicas e nas densidades das populações que compõe as comunidades infestantes e, por fim, em suas relações de interferência em relação à cultura da cana-de-açúcar.

A camada de palha promoveu alterações na dinâmica dos principais herbicidas na cana-de-açúcar que antes eram aplicados diretamente ao solo e que atualmente precisam vencer a barreira de palha. VELINI & NEGRISOLI (2000) estudaram a interceptação da calda de herbicida pela camada de palha de cana-de-açúcar com auxílio de corantes e constataram que 35,5% da calda atingiram o solo coberto com 1,0 t ha⁻¹. Para camadas mais espessas, 10 e 15 t ha⁻¹, a interceptação chegou a atingir 99,4% e 99,5%, respectivamente. Para a formulação de hexazinone e diuron, VELINI et al., (2004) verificaram 39, 33, 14, 4 e 1% de transposição da palha para camadas uniformes com 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t ha⁻¹, respectivamente.

Segundo HERNANDEZ et al., (2001) uma precipitação simulada com 30 mm aplicada sobre uma camada de palha equivalente a 12 t.ha⁻¹ após 24 horas da aplicação foi suficiente para levar o herbicida imazapic para os primeiros 15 centímetros de profundidade e proporcionar controle eficiente das plantas estudadas.

VELINI et al., (2002 a), estudaram a remoção do herbicida tebuthiuron da palhada de cana-de-açúcar tendo como variáveis: (i) duas formulações, Combine 500 SC e Perflan 800 BR, (ii) várias espessuras da lâmina d'água aplicada na forma de chuva simulada (2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 65 mm após a aplicação e duas outras simulações complementares de 20 mm espaçadas de uma semana), (iii) diferentes

quantidades de palha de cana-de-açúcar sobre o solo (5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹) e (iv) umidade da palha no momento da aplicação (seco e úmido). Observaram que a formulação Combine 500 SC permitiu que fosse removido, em média, 25% mais tebuthiuron da palha quando comparada à formulação Perflan 800 BR. Entretanto, o pré-molhamento reduziu em 44%, na média das duas formulações, a remoção do herbicida pela água da chuva simulada. Concluíram, ainda, que a partir de 20 mm de chuva houve boa remoção do herbicida e que as situações experimentais complementares pouco colaboraram com a remoção.

Por outro lado, segundo VELINI et al., (2002 b), a aplicação de tebuthiuron sobre palha de cana-de-açúcar, seguida por longos períodos sem chuva reduziu a liberação deste herbicida para o solo com possível redução de eficiência no controle de plantas daninhas. SIGUA et al. (1993) sugerem que a menor lixiviação de atrazina quando aplicada em resíduo fresco, com maior teor de água, se deve à maior hidrofobicidade deste resíduo em relação aos resíduos envelhecidos.

MEDEIROS & CHRISTOFFOLETI (2002) estudaram o efeito de diferentes quantidades de palha (0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹) e chuva simulada (0, 10, 20, 30, 40 e 50 mm, aplicada 24 horas após a aplicação dos herbicidas) sobre o controle de plantas daninhas anuais com a mistura formulada dos herbicidas diuron e hexazinone e no controle de tiririca com sulfentrazone. Concluíram que a transposição dos herbicidas estudados através da palha de cana-de-açúcar aumenta com a ocorrência de chuvas acima de 10 mm.

Em estudo conduzido por NEGRISOLI et al., (2002), o herbicida diuron, aplicado sobre uma camada de palha equivalente a 10 t ha⁻¹ e submetido à precipitação simulada na ordem de 2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 65 mm (um dia após a aplicação), observaram que, respectivamente, 8%, 19%, 31%, 41%, 50%, 65% e 59% do produto transpôs a camada. Em trabalho utilizando metodologia semelhante, com as mesmas precipitações, porém para o herbicida atrazina, TOFOLI et al., (2002) determinaram que 17%, 32%, 50%, 63%, 76%, 86% e 92% do herbicida transpôs camada de palha de cana-de-açúcar equivalente a 10 t ha⁻¹.

2.5. Comportamento dos herbicidas no solo

Cada produto fitossanitário, em virtude dos átomos que o compõe, seu

número e da maneira como eles são arranjados na estrutura química, possui uma série específica de propriedades físico-químicas.

Quando as moléculas de determinado produto fitossanitário são aplicadas no ambiente, seja a forma que for essa aplicação, o destino final, na maioria dos casos será o solo. Já no solo, as moléculas podem seguir diferentes rotas, isto é, podem ser retidas aos colóides minerais e orgânicos e a partir daí, passarem para formas indisponíveis ou serem novamente liberadas à solução do solo, processo conhecido como dessorção. As moléculas também podem ser transformadas em outras, chamadas de produtos de transformação ou metabólitos. O ponto final desta transformação, naturalmente para moléculas que atingem esta fase, é a mineralização à CO_2 , H_2O e íons minerais, o que se dá fundamentalmente, via microorganismos. Se as moléculas se encontram na solução do solo, elas podem ser absorvidas pelas raízes das plantas, ou serem lixiviadas para camadas subsuperficiais do perfil do solo ou sofrerem escoamento superficial, ou ainda serem volatilizadas. Tudo isso ocorre no solo simultaneamente, em intensidades diferentes, e depende das propriedades físico-químicas da molécula, propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e dos fatores climáticos (PRATA, 2002).

ENFIELD & YATES (1990) verificaram que o transporte do produto fitossanitário no ambiente pode ocorrer através da sua movimentação vertical no solo, processo conhecido como lixiviação, da volatilização da molécula, ou através do escoamento superficial ou "runoff".

Os atributos do solo (textura, estrutura, teor de matéria orgânica, pH, capacidade de troca catiônica (CTC), conteúdo de água, topografia, composição das populações de microorganismos e equilíbrio nutricional); do ambiente (umidade relativa do ar, temperatura, luminosidade e vento); as propriedades físico-químicas dos herbicidas; a tecnologia de aplicação; a presença ou ausência de plantas e os tipos de manejos utilizados na cultura influenciam diretamente os processos que determinam o destino final dos herbicidas no solo (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJO, 2005).

Antes do herbicida atingir o solo, ele está sujeito a interações com o ambiente, que podem interferir nas suas perdas. Em trabalho conduzido por COSTA et al. (2004) com o objetivo de desenvolver e comparar métodos para estimar perdas em

aplicações de herbicidas em pré-emergência com pulverizadores de barra observaram perdas nas aplicações de 27,4% e 31,2%, para o traçador azul brilhante e o herbicida tebuthiuron.

O sistema solo é normalmente composto pela fase sólida (material mineral em teores que variam de 40-45% e material orgânico em teores que normalmente variam de 1-5%), pela fase líquida (solução do solo constituindo em torno de 20-30% do solo) e pela fase gasosa (com valores variando entre 20-30% do solo). A proporção relativa desses componentes afeta o comportamento do solo, em função das complexas variações temporais e espaciais nas proporções destes componentes, principalmente as fases líquida e gasosa (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJO, 2005)

Na maioria das vezes as recomendações feitas baseadas apenas na textura do solo são funcionais, pois há maior probabilidade de ocorrência de matéria orgânica do solo em solos argilosos quando comparados a arenosos. Sendo assim, a matéria orgânica do solo é o principal componente dos solos tropicais que influencia a atividade da maioria dos herbicidas residuais registrados (PROCÓPIO et al., 2001).

Os herbicidas apresentam algumas características físico-químicas que, juntamente com as condições ambientais e atributos físicos, químicos e biológicos do solo, regem sua dinâmica do solo. Estas características são específicas para cada herbicida, mesmo para aqueles pertencentes ao mesmo grupo químico. O conhecimento das mesmas é de fundamental importância para o sucesso na sua utilização (PROCÓPIO et al., 2003).

Dentre as características, as mais importantes são: constante de equilíbrio de ionização de um ácido ou base fraca (pKa); Coeficiente de distribuição octanol-água (Kow); Solubilidade em Água; Pressão de Vapor e Meia-vida do herbicida no solo (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJO, 2005).

As constantes de ionização ácido/base (pKa ou pKb) de moléculas que possuem caráter ácido fraco ou base fraca, respectivamente, representam a sua tendência de ionização numa determinada faixa de valores de pH. Devido à polaridade, as formas ionizadas dos produtos fitossanitários comportam-se diferentemente das não ionizadas (neutras) (REGITANO, 2002). Sendo assim, o pKa é o pH onde metade das moléculas estão ionizadas e metade não ionizadas. Este

parâmetro mostra o valor de pH em que as formas ionizadas e não-ionizadas do herbicida ocorrem em iguais concentrações, respondendo, cada uma das formas, por 50% da concentração total do composto (PROCÓPIO et al., 2003). Conforme a constante de equilíbrio de ionização, os herbicidas iônicos podem ser classificados em herbicidas ácidos (aniônicos) ou herbicidas básicos (catiônicos) (OLIVEIRA, 2001 e REGITANO, 2002).

Os valores de Kow referem-se à medida da intensidade da afinidade da molécula pela fase polar (representada pela água = Hidrofilicidade) e apolar (representada pelo 1-octanol = lipofilicidade). São adimensionais, expressos normalmente na forma logarítmica (log Kow), sendo constante para os produtos não iônicos, porém para os herbicidas do tipo ácido ou base fraca, os valores de Kow são dependentes do valor de pH da solução (OLIVEIRA, 2001).

A solubilidade em água de uma molécula de herbicida pode ser considerada como a partição da molécula do herbicida entre ela mesma e a água. É caracterizada pela quantidade do herbicida dissolvida em água pura, ou seja, indica a proporção de herbicida que poderá estar disponível na solução do solo, podendo ser absorvida por raízes e sementes em germinação, a uma determinada temperatura. Quanto maior a quantidade de grupos hidrofílicos possuir a substância (mais polar), maior será sua afinidade pela água, logo, maior sua solubilidade (CHRISTOFFOLETTI & LOPEZ OVEJO, 2005).

A pressão de vapor é a pressão exercida por um vapor em equilíbrio com um líquido, a uma determinada temperatura. Esta característica indica o grau de volatilização do herbicida, ou seja, a tendência do herbicida se perder na forma de gás na atmosfera. Quanto maior a pressão de vapor do herbicida, maior o seu grau de volatilização (OLIVEIRA, 2001, OLIVEIRA Jr, 2002, PROCÓPIO et al., 2003).

A meia vida de um herbicida pode ser definida como o tempo, em dias, necessário para que 50% da concentração inicial presente da molécula de herbicida no solo seja transformada em outras formas moleculares, não ativas como herbicidas (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA Jr 2002). GUIMARÃES (1992) define persistência como a habilidade de um composto reter a integridade de sua molécula e, conseqüente, suas características físicas, químicas e funcionais do ambiente.

A retenção de herbicidas no solo compreende os fenômenos de adsorção às partículas coloidais do solo, absorção pelas plantas e microorganismos e precipitação através da lixiviação. Refere-se à habilidade do solo em reter uma molécula orgânica, evitando sua movimentação para o interior ou exterior da matriz coloidal do solo.

Na prática, a quantidade adsorvida é determinada somente pela perda da substância em solução, por isso a retenção é frequentemente denominada pelo termo mais geral “sorção”. O processo controla e é controlado por transformações químicas e biológicas, influenciando no transporte das moléculas orgânicas para a atmosfera, águas subterrâneas e superficiais (OLIVEIRA, 2001, OLIVEIRA Jr, 2002). Dessa forma, a retenção é o fator que determina a eficiência agrônômica dos produtos fitossanitários aplicados ao solo (KOSKINEN & HARPER, 1990).

Os processos de adsorção e dessorção são dinâmicos, estão interligados e em equilíbrio (transferência entre a solução do solo e a superfície dos colóides), (OLIVEIRA, 2001, OLIVEIRA Jr, 2002 e GELBER & SPADOTTO, 2004). Além do processo de dessorção, as moléculas sorvidas podem passar para formas indisponíveis conhecidas como resíduo-ligado ou também serem transformadas em outras, chamadas de metabólitos e finalmente à CO_2 e H_2O e íons minerais (PRATA & LAVORENTI, 2002). Portanto, quando parte de um herbicida residual aplicado ao solo é adsorvido à matriz coloidal do solo não existe garantia de que todo produto adsorvido retorna para a solução do solo pelo processo de dessorção.

A dinâmica dos herbicidas no solo é influenciada pela umidade. A quantidade de herbicida na solução do solo é diretamente proporcional ao conteúdo de água no solo. A quantidade de espaços livres para o herbicida na solução diminui em solos secos, e assim menor quantidade de herbicida fica livre na solução do solo (maior sorção). Em condições de seca, as plantas são expostas a menor quantidade de herbicida e assim menor quantidade é absorvido pelas plantas daninhas. Quando a umidade no solo é restabelecida ocorre a dessorção do herbicida voltando a solução do solo, sendo que na maioria das vezes essa dessorção é menor (HARTZLER, 2005).

No trabalho de REGITANO et al. (2002) foi observada uma redução na mobilidade do herbicida imazaquin em função do aumento no período em que o solo

foi mantido seco após aplicação do herbicida e antes do início da simulação de chuvas. O experimento foi conduzido sob condições controladas de colunas de solo onde o herbicida foi aplicado no topo das colunas e simulações de chuvas foram feitas nestas colunas após períodos diferentes de seca. Os resultados do experimento estão provavelmente relacionados ao processo de sorção da molécula, que após períodos de seca a desorção de moléculas adsorvidas é cada vez menor com o aumento de tempo de adsorção. Para o herbicida clomazone (não iônico) a umidade do solo tem pequeno efeito na adsorção (MERVOSH, 1995).

O herbicida ideal sob o ponto de vista agrônômico é aquele que permanece disponível no ambiente o tempo suficientemente para o controle das plantas daninhas durante o período crítico de competição entre a cultura e as plantas daninhas. Porém, não tão longo que cause injúria às culturas que venham em rotação (OLIVEIRA, 2001)

O herbicida que eventualmente fica disponível na solução do solo pode ser submetido aos processos de absorção pelas plantas, transporte no perfil do solo (lixiviação) e transformado através de mudanças na sua estrutura por processos físicos (fotodecomposição, volatilização), químicos (oxidação-redução, hidrólise, formação de sais insolúveis em água e complexos químicos) ou biológicos (degradação microbiológica).

Dentre estes processos podemos destacar a movimentação no perfil do solo – Lixiviação.

A lixiviação é a principal forma de transportes no solo das moléculas voláteis e solúveis em água. Essas moléculas caminham no perfil acompanhando o fluxo de água, o qual é governado pela diferença de potencial da água entre dois pontos. Quando uma molécula orgânica é lixiviada, pode atingir zonas subsuperficiais no perfil e, em alguns casos, pode atingir o lençol freático, acarretando em impactos ambientais (PATTI, 2005).

Segundo BOUCHARD (1989) citado por PRATA (2002), a disponibilidade e o transporte dos produtos fitossanitários no solo são governados pelo processo de sorção, transformação e absorção radicular das moléculas, aliados às condições ambientais (pluviosidade, temperatura etc.). Assim as propriedades físico-químicas das moléculas, como por exemplo, a hidrofobicidade (K_{ow}), pK_a , solubilidade em

água etc., e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, destacando-se a estrutura, classe textural, mineralogia, conteúdo de matéria orgânica, pH, CTC, atividade e biomassa microbiana etc., refletem diretamente na movimentação das moléculas no perfil do solo.

De forma geral, os principais fatores determinantes da lixiviação de produto fitossanitários no solo são a solubilidade em água da molécula, a textura e a estrutura do solo e o índice pluviométrico da região em questão.

ENFIELD (1985) mostrou que, ao contrário do que se pensava, o movimento dos produto fitossanitários no solo pode ocorrer também para moléculas hidrofóbicas. Essas moléculas podem associar-se a macromoléculas orgânicas solúveis em água, e serem transportadas verticalmente.

A lixiviação excessiva contribui, em muitos casos, para que o herbicida atinja e contamine o lençol freático. Nos Estados Unidos e na Europa, atrazine e alachlor estão entre os produto fitossanitários mais freqüentemente detectados em amostras de água do subsolo (RITTER, 1990; KILLEEN, 1997; KOLPIN et al., 1997). Na Georgia (EUA), foi detectado hexazinone tanto na água de escoamento superficial quanto no fluxo descendente de água no solo por vários meses após a aplicação de uma dose de 1,62 kg ha⁻¹ (BOUCHARD et al., 1985). Outros herbicidas detectados em água de poço ou lençol subsuperficial são o dicamba (LYM & MESSERSMITH, 1988; RITTER et al., 1996) e o simazine (SQUILLACE & THURMAN, 1992; KOLPIN et al., 1997).

O ideal para um herbicida de solo sob o ponto de vista agrônômico é que a lixiviação no perfil do solo seja profunda o suficiente para atingir o banco de sementes de plantas daninhas onde ocorre a germinação-emergência das plantas daninhas (5 cm superficiais do perfil do solo).

2.6 Sulfentrazone

O sulfentrazone, (N - [2,4-dicloro-5- [4-(difluorometil)-4,5- dihidro-3 metil -5-oxo-1H - 1,2,4-triazol -1- il] metanosulfonamida), do grupo químico aril triazolinonas, é um herbicida desenvolvido para aplicação preferencialmente em pré-emergência, controlando várias espécies de plantas daninhas infestantes, dico e monocotiledôneas, das culturas da cana-de-açúcar e soja, além do seu uso em

pátios industriais (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). Segundo esses autores, o sulfentrazone (Boral 500 SC), na formulação de suspensão concentrada contendo 500 g i.a./L, apresenta uma solubilidade em água de 490ppm e pressão de vapor de 1×10^{-9} mm Hg a 25°C e apresenta DL₅₀ oral (ratos): 2685 mg/kg e DL₅₀ dérmica (ratos): > 2000 mg/kg. Segundo seu fabricante, a FMC do Brasil Ltda. (1997), o sulfentrazone age nas plantas causando ruptura da membrana celular, levando a planta a desidratação. No solo, o produto apresenta mobilidade moderada, baixa adsorção com Koc ainda desconhecido, sendo a decomposição microbiana a principal via de degradação do produto no solo, onde apresenta uma meia vida média de 180 dias.

O herbicida sulfentrazone foi registrado inicialmente para controle de plantas daninhas na cultura da soja. Atualmente é muito utilizado na cultura da cana-de-açúcar, para controle de tiririca (ALVES et al., 2004), embora atualmente possua registro para uso também em outras culturas. Aplicado ao solo, é absorvido pelas raízes e translocado pelo xilema até o ponto de ação, onde, na presença de luz, inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase, que atua na biossíntese da clorofila, resultando na formação de oxigênio livre. Este, por sua vez, causa a peroxidação de lipídios da membrana celular e, conseqüentemente, a ruptura desta, levando as plantas suscetíveis à morte. Seu modo de ação é similar ao dos herbicidas do grupo difenil éteres (DUKE et al., 1991; DAYAN et al., 1997). Segundo DIRKS et al. (2000), deve ser aplicado preferencialmente logo após a semeadura da cultura, pois o uso imediatamente antes ou durante a fase de emergência das plantas de soja aumenta o risco de injúria, quando comparado com aplicações mais precoces, provavelmente devido à maior concentração do herbicida na zona de germinação das sementes (HULTING et al., 2001).

O sulfentrazone pode ser utilizado em pré-plantio incorporado ou em pré-emergência, para controle de diversas dicotiledôneas e gramíneas (REDDY & LOCKE, 1998). Os mesmos autores, investigando a sorção do sulfentrazone correlacionada com dois tipos de solo (médio e pesado) e de manejo (convencional e plantio direto), observaram que, independentemente do tipo de manejo, a taxa de sorção foi maior no solo argiloso e a dessorção se deu de forma bem lenta. GREY et al. (1997), também analisando a sorção do herbicida sulfentrazone, observaram que

é muito influenciado pelo índice de pH. A sorção geralmente diminui em resposta a um aumento do índice de pH, especialmente quando esse aumento é acima do pK do herbicida (6,56), pois há predomínio da forma ionizada; contudo, abaixo desse valor, com o aumento da forma molecular, a sorção aumenta.

BLANCO & VELINI (2005) estudaram o herbicida sulfentrazone afim de determinar sua persistência em solos cultivados com soja, bem como os efeitos da toxicidade do resíduo em diversas culturas sucedâneas, através de bioensaios, demonstrando que o resíduo do sulfentrazone afetou significativamente o crescimento e o rendimento das culturas de milho e aveia; o girassol e o feijão não foram afetados; e, no trigo, somente a dose mais elevada foi capaz de sensibilizar negativamente a cultura.

ROSSI et al. (2003), utilizando como planta-teste o sorgo (*Sorghum bicolor*), crescendo durante 15 dias em colunas de PVC, para avaliar a lixiviação do sulfentrazone em dois tipos de solo, submetidos a diferentes regimes pluviométricos, determinaram que sob precipitação de 90 mm o herbicida foi detectado até 12,5 cm de profundidade na coluna com solo Nitossolo Vermelho.

Estudando outros tipos de solo ROSSI et al. (2005) verificaram que a mobilidade do sulfentrazone tem comportamento diferenciado entre as classes de solos estudados, sendo pouco móvel no LVdf (Latossolo Vermelho Distroférico) e mais móvel no LVA (Latossolo Vermelho-Escuro), a eficiência do sulfentrazone aumenta com o teor de umidade do solo, e uma precipitação simulada de 90 mm ativa o produto, mesmo nos solos onde é baixa a mobilidade do sulfentrazone. A distribuição do produto diminui com o aumento do teor de óxido de ferro no solo LVdf, com 30,26%, o que ocorreu inversamente no LVA, com 12,24%. Aparentemente, as variações nos teores de argila e de matéria orgânica dos solos não interferem diretamente na eficiência do sulfentrazone.

2.7 Amicarbazone

O amicarbazone (4-amino-N-tert-butyl-4,5-dihydro-3-isopropyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazole-1-carboxamide) é um herbicida sistêmico pertencente ao grupo químico das triazolinonas. Segundo seu fabricante, o Dinamic possui uma enorme resistência à seca e um longo período residual, trata-se de um produto que dispensa situações

consideradas ideais de umidade, como nos tratamentos tradicionais. Sua solubilidade é alta, da ordem de 4600 ppm, considerado não volátil, pois sua pressão de vapor é de $0,975 \times 10^{-8}$ mmHg a 20°C. Uma de suas características, como a sua capacidade de adsorção, tem um valor variando entre 32,4 a 42,6 mg/g de solo e também é um dos fatores que imprimem ao produto uma baixa necessidade de umidade no solo para sua ação herbicida e sua fácil disponibilidade nos momentos em que as plantas daninhas encontram condições para germinar; no entanto, mesmo sendo mínimas essas condições, está disponível. Após sua aplicação, não tem seu período residual reduzido por eventuais chuvas que possam ocorrer, ou seja, após uma precipitação ele é novamente ativado e continua sendo o mesmo amicarbazone que atravessa períodos mais longos de extremo déficit hídrico, para permitir uma colheita livre de impurezas vegetais causadas por plantas indesejáveis que comprometem a produtividade agrícola e a qualidade matéria-prima na industrialização (GIMENES, 2004).

Segundo Toledo et al. (2004), o herbicida amicarbazone é recomendado nas aplicações em pré e pós-emergência inicial para controle de amplo espectro de plantas daninhas que competem com as plantas de cana-de-açúcar. O seu mecanismo de ação principal é a inibição da fotossíntese das plantas daninhas, atuando na reação de Hill (fotossistema II), inibindo o transporte de elétrons e paralisando a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais ao crescimento das plantas. A morte das plantas, entretanto, pode ocorrer devido a outros processos, como a peroxidação de lipídeos e proteínas, promovendo a destruição das membranas e perda de clorofila.

CAVENAGHI et al. (2007), analisando a dinâmica do herbicida amicarbazone aplicado sobre diferentes quantidades de palha, demonstraram que a quantidade de amicarbazone lixiviada pelas lâminas aplicadas variou conforme a quantidade de palha utilizada e concluíram que quantidades de palhas de cana-de-açúcar próximas a 5 t/ha já são capazes de interceptar praticamente toda a calda de pulverização do herbicida testado sendo que a primeira chuva e os 20 mm de chuva iniciais são fundamentais para lixiviação do amicarbazone da palha para o solo uma vez que a lixiviação é reduzida com o aumento do intervalo entre a aplicação e a primeira chuva.

NEGRISOLI et al (2007) buscou avaliar a eficácia de amicarbazone em vaso quando aplicado em diferentes posicionamentos, em relação à camada de palha de cana-de-açúcar, e seu comportamento diante do efeito da chuva simulada antes ou após aplicação do herbicida, concluindo que para para *I. grandifolia*, *B. plantaginea* e *B. decumbens*, patamares mais elevados de controle foram alcançados quando o amicarbazone atingiu o solo, tanto aplicado diretamente como quando lixiviado da palha pela chuva simulada após a aplicação. Já para *C. rotundus*, as maiores porcentagens de controle foram observadas quando o amicarbazone foi aplicado sobre a palha, com simulação de chuva imediatamente após a aplicação, evidenciando que a lixiviação pode ser um processo fundamental para uma apropriada absorção e eficácia do herbicida avaliado.

2.8 Adjuvante

Os fabricantes de produtos fitossanitários incluem, geralmente, em suas etiquetas de recomendações de uso, a adoção de adjuvantes para aumentar a atividade biológica do ingrediente ativo, melhorar a segurança da aplicação, minimizar ou eliminar uma ou mais variáveis que afetam a qualidade de uma aplicação, controlar melhor potenciais riscos de deriva, diminuir a exposição do trabalhador ou a contaminação do meio ambiente, melhorar economicamente a aplicação, dando maior eficiência aos tratamentos iniciais e diminuir os tratamentos seqüenciais ou permitir uma menor taxa de aplicação do ingrediente ativo (UNDERWOOD, 2000).

WITT (2001) define como adjuvante agrícola qualquer substância acrescentada ao tanque de pulverização sem contar os adjuvantes contidos na formulação do defensivo agrícola, que melhore a desempenho da aplicação.

OZEKI (2006) é ainda mais específico e define adjuvantes como produtos inertes adicionados à calda de pulverização que tenham como objetivo aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar e aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo.

Os óleos minerais e os óleos vegetais possuem amplo espectro de uso. São utilizados isoladamente tanto no controle de insetos e fungos, quanto como adjuvantes adicionados às caldas de pulverizações. Adicionados aos inseticidas,

favorecem principalmente o controle de cochonilhas e ácaros. De forma similar, auxiliam no controle do fungo causador da sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), na cultura da banana, quando associados aos fungicidas, bem como no controle de plantas daninhas em misturas aos herbicidas aplicados em pós-emergência. Exercendo o papel de adjuvante, os óleos favorecem o espalhamento e a absorção, reduzindo a degradação de ingrediente ativo e a tensão superficial (MENDONÇA, et al. 2007).

Segundo MCWHORTER & BARRENTINE (1988), os óleos parafínicos foram utilizados como diluentes para herbicida pela primeira vez em 1955, aplicados em pós-emergência com S-triazinas em milho, soja e algodão. Em meados dos anos de 1960, pesquisas demonstraram a eficácia de aplicações em pós-emergência de atrazina com emulsão óleo-água.

Dentre as principais vantagens do uso do óleo na aplicação de produtos fitossanitários, pode-se destacar a maior facilidade de penetração da calda pela cutícula. Alguns outros benefícios podem ser citados quando se utilizam os óleos como aditivos, tais como a redução da hidrólise do produto fitossanitário na água do tanque e redução da fotodecomposição (DURIGAN, 1993).

Na agricultura, são utilizados dois tipos de óleos: o mineral e o vegetal, esse último proveniente do processamento de sementes (HESS, 1997). Os óleos minerais são originados de uma fração da destilação do petróleo. Os óleos das sementes são extraídos por pressão ou com a utilização de solventes e são normalmente hidrocarbonetos com 16 ou 18 carbonos. Os óleos vegetais precisam ser purificados para remover resinas, mucilagens e fosforolipídeos.

Os adjuvantes atuam de maneira diferente entre si e promovem melhoras no molhamento, na aderência, no espalhamento, na redução de espuma e na dispersão da calda de pulverização. Alguns benefícios dos adjuvantes podem ser destacados: aumento da absorção do ingrediente ativo, aumento da retenção no alvo, aumento da persistência e redução da concentração (STICKLER, 1992).

Segundo HOLLOWAY (1994), quando as gotas de pulverização são espalhadas nas folhas, essas podem ser retidas, refletidas ou fragmentar-se em gotas menores, dependendo principalmente de seu tamanho, sua velocidade e das propriedades físico-químicas intrínsecas à calda e da característica da superfície

foliar. As propriedades, intrínsecas às gotas, estão intimamente relacionadas aos componentes da formulação, com destaque à quantidade de adjuvantes na composição de cada produto.

O molhamento, a tensão superficial, o balanço hidrofílico-lipofílico (BHL), a concentração micelar crítica, o pH, a estrutura química, a solubilização, o depósito, a fotoproteção, os íons trocáveis, a dose e a fitotoxicidade são algumas propriedades dos adjuvantes, relacionadas por GREEN & HAZEN (1998), que influenciam na atividade biológica do produto fitossanitário.

Segundo HESS (1997), os óleos emulsionáveis utilizados como adjuvantes contêm 80 a 98% de óleo não-fitotóxico e 2 a 20% de surfatante e, nessa formulação, podem aumentar a absorção de herbicidas lipofílicos, comparados com a utilização do surfatante sozinho. A formulação de cada óleo emulsionável varia muito entre os produtos comerciais, já que as empresas não indicam no rótulo do produto o tipo de adjuvante utilizado como emulsificante, apenas descrevem a proporção utilizada. Sabe-se que o tipo de emulsificante utilizado na formulação determinará algumas das características físico-químicas da calda de pulverização, como a tensão superficial.

Segundo CONTIERO (2005) adjuvantes acrescentados numa calda também tendem a alterar o padrão de gotas e a vazão. Assim, é preferível fazer a calibragem, se não com a calda completa, pelo menos com a água mais o adjuvante

MILLER & BUTLER ELLIS (2000), ressaltam que mudanças nas propriedades do líquido pulverizado podem influenciar tanto o processo de formação das gotas como o comportamento destas em contato com o alvo, alterando o risco potencial de deriva.

Os adjuvantes em sua maioria são recomendados em aplicações pós-emergentes, poucos são os usados em aplicações pré-emergentes.

Segundo o fabricante (UNION AGRO, 2007), o óleo mineral Agridex possui entre outras propriedades, a diminuição da emissão de gotas satélites e redução de deriva além de aumentar a quantidade de produto no alvo.

3. Material e Métodos

O trabalho constou de dois experimentos: um para determinar a lixiviação dos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone a campo aplicados em pré-emergência com ou sem óleo mineral e outro para estudar a emergência e viabilidade de *Ipomoea nil* e *I. hederifolia* semeadas em diferentes profundidades e sob camadas de palha de cana-de-açúcar.

3.1 Lixiviação dos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone através de colunas de solo submetidos à diferentes regimes de pluviosidade com e sem adjuvante.

O experimento foi instalado em área comercial de plantio de cana-de-açúcar pertencente à Usina Bonfim, no município de Santa Ernestina – SP, onde o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, cujo histórico de aplicação de herbicidas indica que os últimos herbicidas aplicados na área foram ametrina e diuron, 17 meses antes da instalação do ensaio. As análises química e granulométrica do solo foram determinadas em amostras deformadas, retiradas das camadas de 0-10; 10-20, 20-30 e 30-40 cm (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Resultados da análise química de amostras coletadas nas diferentes profundidades do solo que recebeu aplicação dos herbicidas.

Camada	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P res. mg dm ⁻³	mmolc/dm ³					V (%)	
				K	Ca	Mg	H+Al	SB		T
0-10	4,9	13	18	1,5	14	7	22	22,5	44,5	51
10-20	4,8	13	15	1,0	13	6	25	20,0	45,0	44
20-30	4,8	12	10	1,0	12	5	25	18,0	43,0	42
30-40	4,4	10	8	0,9	8	5	31	13,9	44,9	31

Tabela 2. Resultados da análise granulométrica de amostras coletadas nas diferentes profundidades do solo que recebeu aplicação dos herbicidas.

Granulometria (g kg ⁻¹)	Profundidades (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Argila	270	270	280	290
Limo	50	40	50	50
Areia fina	290	280	270	270
Areia grossa	390	410	400	390
Classe Textural	Média	Média	Média	Média

Os tratamentos constaram da aplicação de uma dose dos herbicidas sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹) e amicarbazone (1.050 g i.a. ha⁻¹), com ou sem a adição do óleo mineral a 0,5% (v/v), e uma testemunha sem herbicida (Tabela 3). As parcelas apresentaram 5 m de comprimento por 5,6 m de largura, dispostas em blocos casualizados em quatro repetições.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos experimentais. Jaboticabal, SP, 2007.

Tratamento	Herbicida	Dose (g i.a./ha)	Agri-dex (V/V)	Precipitacao
1	amicarbazone	1.050	0,5	35
2	amicarbazone	1.050	0,5	67
3	amicarbazone	1.050	0,5	106
4	amicarbazone	1.050	-----	35
5	amicarbazone	1.050	-----	67
6	amicarbazone	1.050	-----	106
7	sulfentrazone	600	0,5	35
8	sulfentrazone	600	0,5	67
9	sulfentrazone	600	0,5	106
10	sulfentrazone	600	-----	35
11	sulfentrazone	600	-----	67
12	sulfentrazone	600	-----	106
13	-----	-----	-----	35
14	-----	-----	-----	67
15	-----	-----	-----	106

A aplicação dos herbicidas foi realizada no início da emergência da cultura e pré-emergência total das plantas daninhas, com pulverizador costal à pressão constante (CO₂ a 170 kPa), munido de barra com 4 pontas XR 11002, espaçadas em 50 cm, e calibrado para um consumo de volume de calda de 200 L ha⁻¹. As condições ambientais próximas ao horário da aplicação encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Condições ambientais próximas ao horário de aplicação, Santa Ernestina, 2007.

Data	Horário		Temperatura (°C)		U.R. (%)	Nebulosidade	Vento (km h ⁻¹)
	Início	Fim	Ar	Solo			
14/03/07	10:10	11:00	29,3	31,7	39	Ausente	3,0

Após a aplicação no campo, o experimento ficou sob condições ambientais e as precipitações pluviais ocorridas no período foram medidas em estações agrometeorológicas próximas a área do experimento.

Foram realizadas três amostragens para determinação da lixiviação dos herbicidas. A primeira foi realizada no dia 19/03/2007, depois de acumulada precipitação de 35 mm. A segunda, no dia 14/04/2007, com de 67 mm de precipitação, e a última no dia 22/05/2007, com 106 mm. Após acumulada cada precipitação, foi realizada a coleta das colunas de solo para os bioensaios.

As amostragens foram realizadas, introduzindo-se no solo, a metade de um tubo de PVC de 20 cm de diâmetro, com 50 cm de comprimento, previamente seccionado longitudinalmente, até a profundidade de 35 cm. O tubo foi retirado no mesmo dia, cuidadosamente, escavando-se uma trincheira ao seu redor, procurando-se, ao retirá-lo, manter a integridade da estrutura original do solo, apoiando-se um suporte sobre a metade exposta do tubo.

Após a retirada do tubos estes foram levados para o Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária. Os tubos contendo o solo foram acondicionados sobre as bancadas da casa-de-vegetação, para a realização dos bioensaios.

Os bioensaios foram realizados após a última amostragem do solo. Foram utilizadas como plantas indicadoras o sorgo (*Sorghum bicolor*) e a corda-de-viola (*Ipomoea nil*). A semeadura destas espécies foi realizada no dia 12/06/2007, longitudinalmente ao longo do perfil de cada metade dos tubos, desde a sua superfície até 35 cm, em intervalos aproximados de 1,0 cm.

Para realização das avaliações visuais e determinação da matéria seca, o perfil foi estratificado em profundidades de 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30; 30-35 cm, como demonstra a Figura 1. As avaliações visuais foram

realizadas aos 7, 10 e 15 dias após a semeadura, procurando determinar possíveis alterações morfofisiológicas que pudessem caracterizar efeitos tóxicos dos produtos, baseando-se na escala de notas da EWRC (1964) (Tabela 5). Vinte dias após a semeadura, fez-se a contagem do número de plantas emergidas, cortando-as rente a superfície, para a determinação da matéria seca após secagem em estufa a 70 °C por 96 horas, obtendo-se a matéria seca por plântula.

Tabela 5. Escala de notas de fitotoxicidade da EWRC (1964).

NOTA	DENOMINAÇÃO
1	Nula
2	Muito leve
3	leve
4	Regular
5	Média
6	Quase forte
7	Forte
8	Muito forte
9	Destruição total

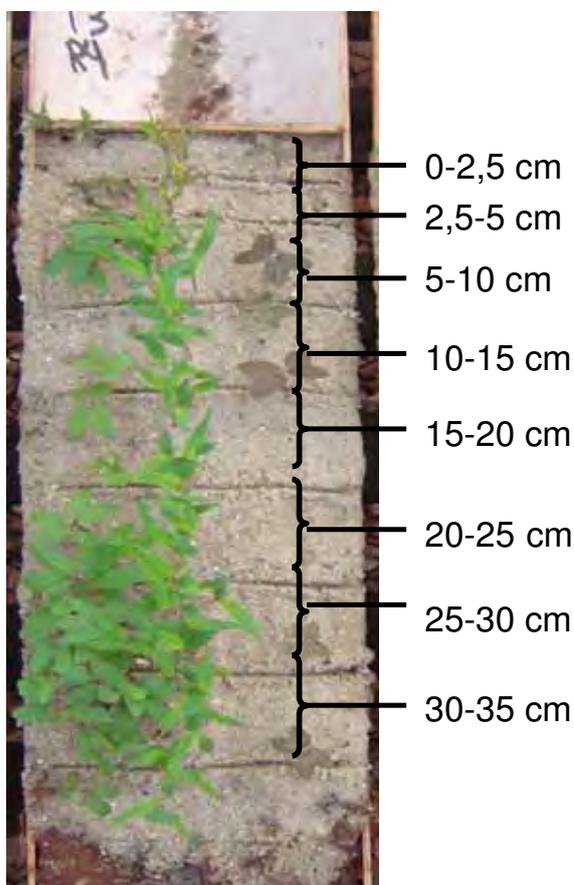


Figura 1. Detalhe da estratificação em profundidades do perfil do tubo.

Para o bioensaio, para cada precipitação e planta teste, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas consistiram da aplicação de dois herbicidas (sulfentrazone e amicarbazone) com e sem a adição de óleo mineral e uma testemunha sem herbicida, nas subparcelas estudou-se as profundidades da lixiviação estratificada em faixas de 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30; 30-35 cm.

Os dados obtidos foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{(x + 0,30)}$ e submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando significativas ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 Efeito da profundidade de semeadura e da camada de palha de cana-de-açúcar sobre a emergência de *I. nil* e *I. hederifolia*

O experimento foi realizado no Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária.

Foram utilizados vasos com capacidade para 5,0 L, com 20 cm de profundidade, contendo como substrato uma mistura de Latossolo Vermelho Escuro, areia e esterco bovino na proporção de 3x3x1 (v/v/v).

Os tratamentos consistiram da deposição de 50 sementes de corda-de-violão de cada espécie: *Ipomoea nil* e *I. hederifolia*, nas profundidades de 0; 2,5; 5, 10 e 15 cm. A semeadura foi realizada no dia 16/08/2007. Após a semeadura, os vasos foram cobertos, depositando-se sobre cada um, três camadas de palha de cana-de-açúcar (coletadas no campo após o corte manual, cuja variedade era IAC 91-5155), equivalentes a: 0; 8 e 12 t ha⁻¹ e mantidos sob condições ambientais, sem restrição de água (figura 2). Para melhor entendimento os tratamentos estão descritos na tabela Tabela 6.

Tabela 6. Descrição dos tratamentos experimentais. Jaboticabal, SP, 2007.

Tratamento	Espécie	Palha (t ha ⁻¹)	Profundidade (cm)
1	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	0	0,0
2	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	0	2,5
3	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	0	5,0
4	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	0	10,0
5	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	0	15,0
6	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	8	0,0
7	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	8	2,5
8	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	8	5,0
9	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	8	10,0
10	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	8	15,0
11	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	12	0,0
12	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	12	2,5
13	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	12	5,0
14	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	12	10,0
15	<i>I. nil</i> e <i>I.hederifolia</i>	12	15,0

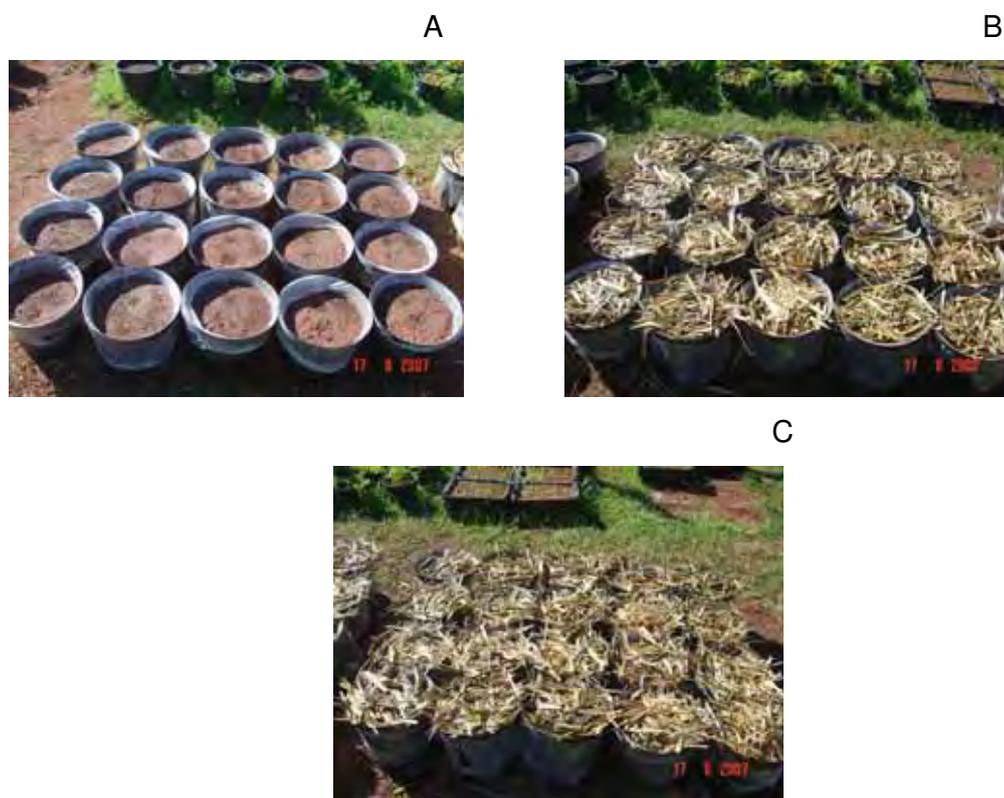


Figura 2. Tratamentos experimentais, 0 t ha⁻¹(A); 8 t ha⁻¹(B); 12 t ha⁻¹(C).

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x5x3, no qual consistiram os fatores principais as duas espécies de corda-de-viola, semeadas em cinco profundidades, sob três camadas de palha, totalizando 15 tratamentos em 4 repetições, sendo cada vaso uma unidade experimental.

As avaliações foram realizadas contando-se as plântulas emergidas aos 6, 10, 15 e 25 dias após a semeadura e, aos 25 dias após a semeadura, foi feito o corte da parte aérea das plântulas rente a superfície do substrato para obtenção da matéria seca (70°C por 96 horas). Nesta ocasião, procedeu-se a lavagem dos substratos sobre peneiras, separando-se e coletando-se as sementes de corda-de-viola ainda existentes. As sementes recolhidas foram cortadas ao meio e submetidas, durante 24 horas, ao teste topográfico de tetrazólio a 0,1%, para determinação da viabilidade.

Os dados de emergência foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x + 0,20}$ e os de matéria seca transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x + 0,50}$ e submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando significativas ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), as médias foram comparadas com o auxílio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio de lixiviação

4.1.1. Planta teste – Sorgo

Depois de acumulados 35 mm de precipitação, o bioensaio com o sorgo indicou que o herbicida sulfentrazone causou efeitos fitotóxicos pronunciados até a profundidade de 15 cm quando aplicado sem a adição do óleo mineral (Figura 3 e 1 Apêndice). Quando se adicionou o adjuvante, o herbicida permaneceu nas camadas mais superficiais causando menor intoxicação na camada de 10 cm. Esses resultados se mantiveram até os 15 dias após a semeadura (DAS). VIVIAN et al. (2006), estudando através de bioensaios amostras de um solo Argissolo Vermelho-Amarelo coletadas em campo após a aplicação de sulfentrazone, sem a manutenção da estrutura original do solo, verificaram redução bem evidente da matéria seca da parte aérea, da altura e das notas de fitotoxicidade de 0 a 10 cm no perfil do solo coletado, confirmando a capacidade de sortiva desse herbicida no solo.

O herbicida amicarbazone não causou efeitos visuais de intoxicação nas plântulas de sorgo, indicando que esta poderia não ser uma planta teste indicada para este herbicida. Uma outra possibilidade é que o produto lixiviou por todo o perfil do solo, devido a sua elevada solubilidade, e a concentração remanescente não causou intoxicação às plantas.

Com 67 mm de precipitação, assim como a precipitação de 35 mm, apenas o sulfentrazone proporcionou intoxicação nas plântulas de sorgo (Figura 4 e 2 Apêndice). Aos 10 DAS, pode-se verificar que o herbicida permaneceu nas camadas superficiais, causando efeitos de intoxicação visuais, porém menos pronunciados que com 35 mm, resultando em uma nota 6 de fitotoxicidade. Diferentemente do que ocorreu sob a precipitação de 35 mm, constatou-se aos 15 DAS maior efeito fitotóxico quando o herbicida foi aplicado adicionado do adjuvante, em todo o perfil do solo.

Novamente, sob precipitação de 67 mm, não foram constatados efeitos do herbicida amicarbazone sobre as plântulas de sorgo.

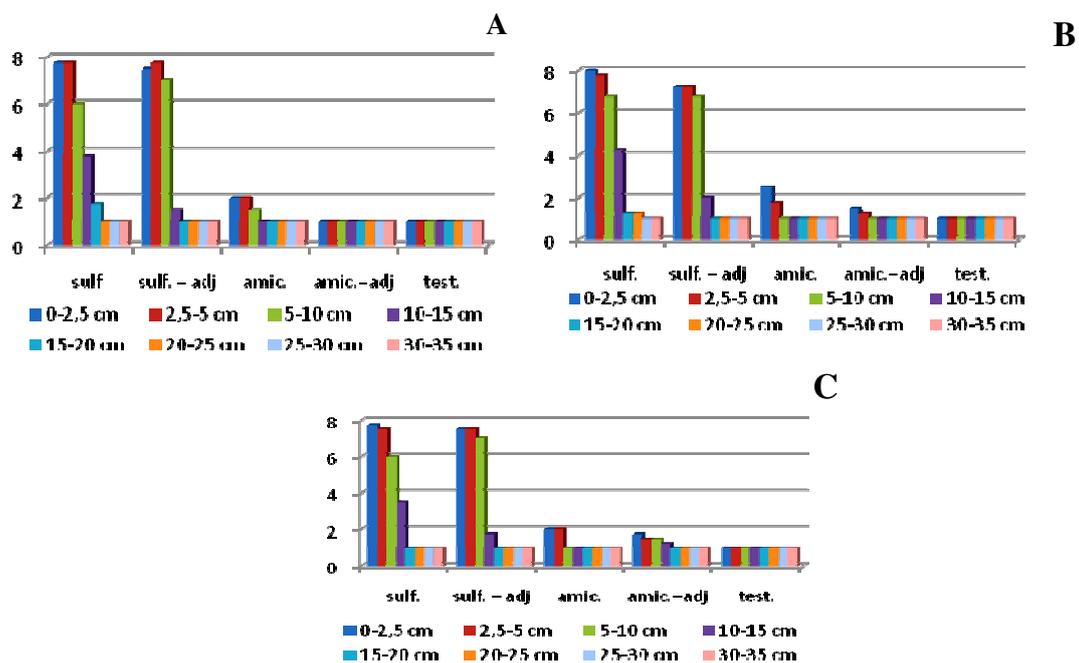


Figura 3. Notas de intoxicação em plântulas de sorgo, segundo escala da EWRC (1964), avaliada aos 7 (A) , 10 (B) e 15 (C) dias após a semeadura, para a precipitação de 35 mm.

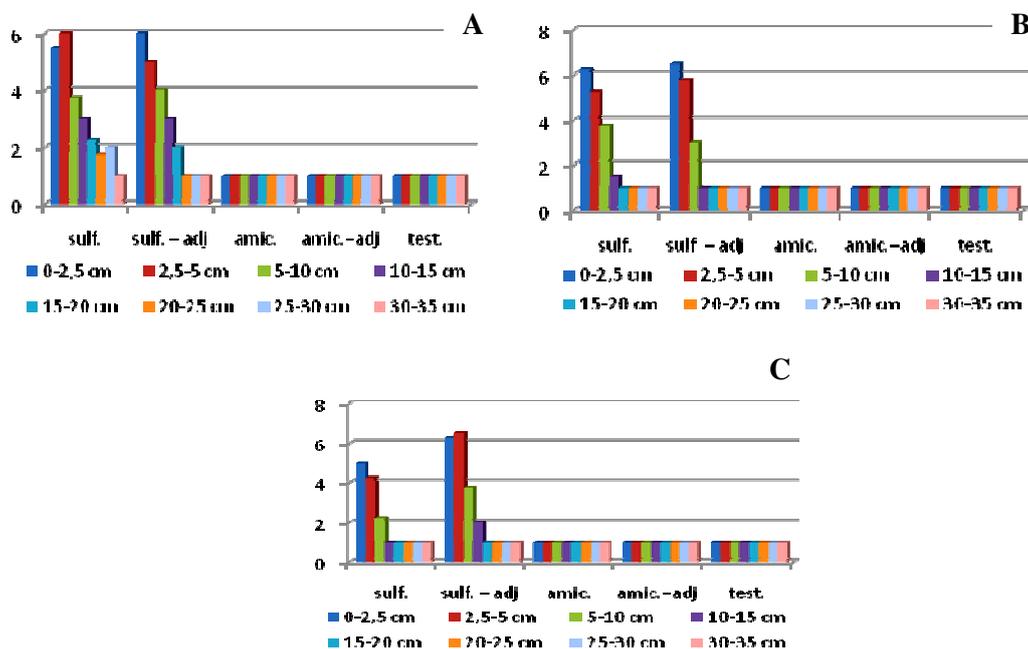


Figura 4. Notas de intoxicação em plântulas de sorgo, segundo escala da EWRC (1964), avaliada aos 7 (A) , 10 (B) e 15 (C) dias após a semeadura, para a precipitação de 67 mm.

A última amostragem realizada após acumulados 106 mm de precipitação indicou novamente que o herbicida sulfentrazone permaneceu nas camadas superficiais do solo (Figura 5 e 3 Apêndice), o que corrobora as observações realizadas por ROSSI et al. (2003), que avaliaram em colunas de PVC a mobilidade do sulfentrazone em condições laboratoriais utilizando como planta teste o sorgo, e constataram pequena mobilidade do herbicida em Nitossolo Vermelho (até 7,5 cm) e em Neossolo Quartzarênico (até 12,5 cm), mesmo quando submetidos a 90 mm de precipitação pluvial.

Porém, com a precipitação de 106 mm, os sintomas de intoxicação nas plântulas diminuíram com o tempo, sendo que aos 15 DAS (Figura 5 C), as notas visuais não ultrapassaram o valor de 4 (regular) para a profundidade mais superficial (0-2,5 cm), enquanto nas duas primeiras avaliações (Figura 5 A e B) este valor se encontrava próximo a 6 (quase forte). Este resultado contraria as observações realizadas por ROSSI et al. (2003), que observaram ainda que um dos fatores que

influenciaram a ação do herbicida foi a saturação do solo, visto que quanto maior foi o índice pluviométrico, maior foi a intensidade de injúria nas plantas.

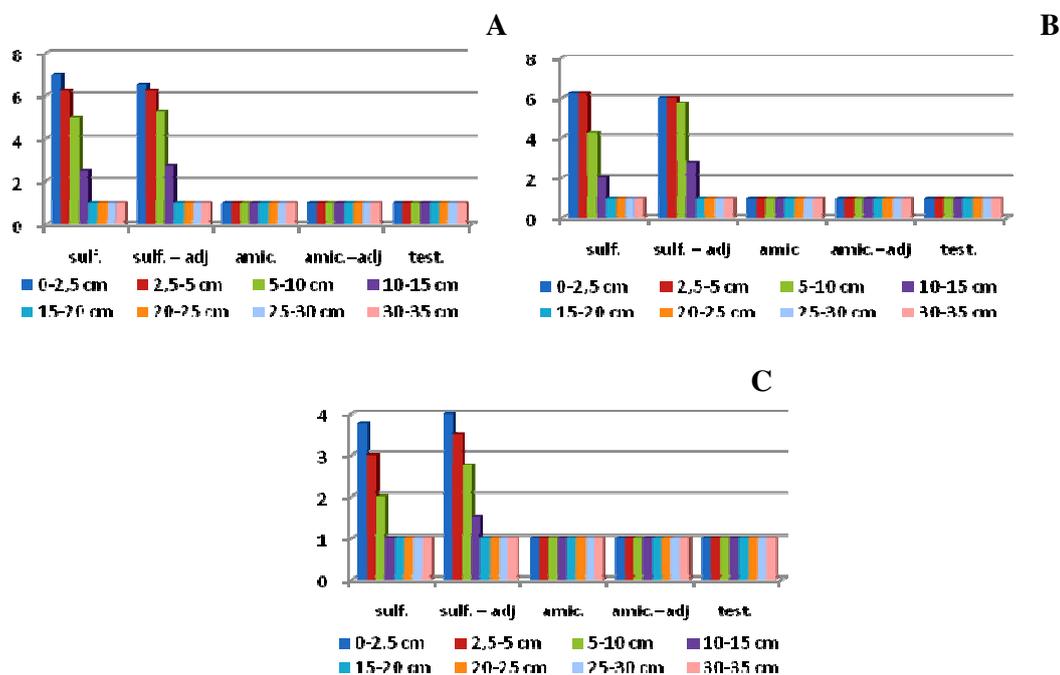


Figura 5. Notas de intoxicação em plântulas de sorgo, segundo escala da EWRC (1964), avaliada aos 7 (A) , 10 (B) e 15 (B) dias após a semeadura, para a precipitação de 106 mm.

Tal qual aconteceu sob a precipitação de 67 mm, com 106 mm, aos 15 DAS verificou-se maior efeito fitotóxico do herbicida quando adicionado o adjuvante, em todo o perfil do solo.

O herbicida amicarbazone, assim como ocorreu nas amostragens anteriores, não causou efeitos visuais de fitointoxicação em nenhuma das avaliações para nenhuma das profundidades avaliadas no bioensaio.

NEGRISOLI et al. (2007), ao avaliarem a eficiência agronômica do amicarbazone em diferentes posicionamentos em relação à camada de palha de cana-de-açúcar e seu comportamento sob efeito da chuva simulada antes ou após aplicação do herbicida, sobre diversas plantas daninhas, observaram que para *Brachiaria plantaginea* e *B. decumbens* as porcentagens de controle foram altas nos tratamentos em que o herbicida atingiu o solo, independentemente se aplicado diretamente sobre este ou lixiviado pela simulação de chuva após a aplicação do

herbicida, porém não afetou o sorgo, mesmo sendo uma planta da mesma família das estudadas.

Com relação a matéria seca avaliada aos 20 DAS (Tabela 7), verificou-se que com 35 mm de precipitação não houve diferença entre os efeitos dos tratamentos que empregaram a aplicação de herbicidas, independentemente da profundidade, sendo que todos resultaram em menor matéria seca quando comparados à testemunha.

Da mesma forma como observado nas avaliações visuais, com 67 e 106 mm de precipitação ocorreu menor acúmulo de matéria seca nas plântulas de sorgo com o sulfentrazone, independentemente da profundidade, o que indica a presença do produto de forma ativa, sendo que a adição de óleo mineral não causou maior redução em relação ao herbicida aplicado isolado. No caso do amicarbazone, verificou que a partir de 67 mm de precipitação os efeitos do herbicida não diferenciaram da testemunha, ou seja, o produto não manifestou toxicidade às plântulas.

Os dados dos efeitos das profundidades, independentemente dos herbicidas, demonstraram redução considerável da matéria seca das plântulas de sorgo quando sob 35 e 67 mm de precipitação, sendo que com 35 mm essa redução se manifestou até os 10 cm, enquanto para 67 mm foi somente até 5,0 cm.

Ocorreram interações significativas entre os herbicidas e as profundidades para matéria seca de plântulas de sorgo com as precipitações acumuladas de 35 e 106 mm.

O sulfentrazone reduziu consideravelmente a matéria seca do sorgo até a profundidade de 10 cm quando sob 35 mm de precipitação; quando adicionado o óleo, este efeito se limitou aos 5 cm superficiais (Tabela 8). Estes dados corroboram os observados por ROSSI et al. (2005), que avaliando a lixiviação de sulfentrazone em colunas de PVC em função de diferentes índices pluviométricos (30, 60 e 90 mm), sob condições de casa de vegetação, utilizando Latossolo (LV) Vermelho e Chernossolo, relataram que no LV o sulfentrazone foi pouco móvel, permanecendo na camada superficial, independentemente da precipitação. Porém, no Chernossolo houve uniformidade da distribuição do produto ao longo da coluna, proporcional à

precipitação, o que indica que o comportamento deste herbicida varia de acordo com o tipo de solo.

Tabela 7. Matéria seca (g) da parte aérea de plântulas de sorgo avaliada aos 20 dias após a semeadura em resposta aos herbicidas sob diferentes precipitações. Jaboticabal, 2007.

Herbicidas	Precipitações		
	35 mm	67 mm	106 mm
Sulfentrazone	1,30 B ¹	1,26 C	1,29 B
Sulfentrazone + Adj	1,30 B	1,28 BC	1,29 B
Amicarbazone	1,35 B	1,33 ABC	1,44 A
Amicarbazone + Adj	1,35 B	1,35 AB	1,40 AB
Testemunha	1,42 A	1,38 A	1,39 AB
CV (%)	6,55	7,02	11,52
DMS (herbicidas)	0,07	0,07	0,08
F (Herbicidas)	8,58**	8,85**	5,94**
Profundidades (cm)	35 mm	67 mm	106 mm
0-2,5	1,25 C	1,26 C	1,35 A
2,5 – 5,0	1,27 C	1,27 BC	1,32 A
5,0 – 10,0	1,30 BC	1,34 A	1,31 A
10,0 – 15,0	1,36 AB	1,32 ABC	1,37 A
15,0 – 20,0	1,38 A	1,35 A	1,39 A
20,0 – 25,0	1,41 A	1,32 ABC	1,38 A
25,0 – 30,0	1,40 A	1,35 A	1,37 A
30,0 – 35,0	1,40 A	1,32 ABC	1,40 A
CV (%)	5,70	5,69	6,21
DMS (profundidades)	0,07	0,07	0,08
F (profundidades)	14,20**	4,01**	2,61*
F (interação)	1,99**	1,57 ^{NS}	2,81**

¹ Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre os efeitos dos herbicidas e profundidades para a matéria seca da parte aérea de plântulas de sorgo, após 35 mm de precipitação. Jaboticabal, 2007.

Profundidades (cm)	Herbicidas				Testemunha
	Sulfentrazone	Sulfentrazone + Adj	Amicarbazone e	Amicarbazone e + Adj	
0,0 – 2,5	1,17 C b ¹	1,17 BC b	1,29 A ab	1,26 A ab	1,37 A a
2,5 – 5,0	1,14 C c	1,16 C bc	1,29 A abc	1,30 A ab	1,42 A a
5,0 – 10,0	1,18 C b	1,24 ABC b	1,31 A ab	1,32 A ab	1,41 A a
10,0 – 15,0	1,30 B Ca	1,33 AB a	1,35 A a	1,37 A a	1,43 A a
15,0 – 20,0	1,43 A Ba	1,40 A a	1,34 A a	1,34 A a	1,39 A a
20,0 – 25,0	1,48 A a	1,37 A a	1,37 A a	1,37 A a	1,45 A a
25,0 – 30,0	1,42 AB a	1,38 A a	1,39 A a	1,38 A a	1,43 A a
30,0 – 35,0	1,40 AB a	1,33 AB a	1,39 A a	1,41 A a	1,43 A a
DMS (herbicidas) – 0,16			DMS (profundidades) – 0,15		

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes profundidades. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam os tratamentos com aplicação dos herbicidas.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com a precipitação de 35 mm, o amicarbazone aplicado isolado ou em mistura com óleo mineral, não causou redução da matéria seca de sorgo em nenhuma das profundidades avaliadas. TOLEDO et al. (2004) relataram que o amicarbazone é absorvido pelo sistema radicular e translocado via xilema; no entanto, quando aplicado em pós-emergência, predomina a absorção foliar, sendo sua ação de contato. Os resultados indicam que o herbicida não estava em quantidades suficientes para afetar as plântulas de sorgo.

Depois de acumulados 106 mm de precipitação na área, o bioensaio com as plantas de sorgo (matéria seca) indicou que o herbicida sulfentrazone isolado novamente se manteve até a profundidade de 10 cm, enquanto com o adjuvante este efeito foi observado apenas até os 2,5 cm de profundidade, mas podendo se estender até 10 cm se comparado à testemunha (Tabela 9). Tais resultados contradizem os obtidos por Rodrigues et al. (1999), que constataram que o sulfentrazone foi lixiviado para camadas de profundidade superior a 10 cm no perfil do solo quando submetido à irrigação de 20 mm, 24 horas após a sua pulverização. ALVES et al. (1999) verificaram que o sulfentrazone em LV proporcionou excelente controle da tiririca, independentemente da umidade, enquanto em um NV o herbicida somente controlou a planta daninha quando a umidade do substrato era ou foi elevada para 90% (p/p).

Tabela 9. Desdobramento da interação entre os efeitos dos herbicidas e profundidades para os valores de matéria seca da parte aérea de plântulas de sorgo, após 106 mm de precipitação. Jaboticabal, 2007.

Profundidades (cm)	Herbicidas				
	Sulfentrazone	Sulfentrazone + Adj	Amicarbazone	Amicarbazone + Adj	Testemunha
0,0 – 2,5	1,15 C d ¹	1,17 B cd	1,61 A a	1,36 A bc	1,42 A ab
2,5 – 5,0	1,19 BC c	1,20 AB bc	1,49 AB ab	1,39 A ab	1,33 A abc
5,0 – 10,0	1,21 BC b	1,21 AB b	1,38 B ab	1,35 A ab	1,41 A a
10,0 – 15,0	1,36 AB a	1,35 Ab a	1,39 B a	1,41 A a	1,35 A a
15,0 – 20,0	1,33 ABC a	1,35 Ab a	1,47 A ba	1,39 A a	1,39 A a
20,0 – 25,0	1,34 AB a	1,37 A a	1,36 B a	1,43 A a	1,38 A a
25,0 – 30,0	1,32 ABC a	1,34 A ba	1,39 B a	1,38 A a	1,41 A a
30,0 – 35,0	1,40 A a	1,30 A ba	1,38 B a	1,47 A a	1,41 A a
DMS (herbicidas) – 0,19			DMS (profundidades) – 0,18		

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes profundidades. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam os tratamentos com aplicação dos herbicidas.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Após 106 mm de precipitação, observou-se que com o amicarbazone não ocorreu redução na quantidade de matéria seca do sorgo no perfil do solo, inclusive com a adição do adjuvante. DIAS et al. (2006a), avaliando a interação entre a aplicação de amicarbazone e o cultivo mecânico em diferentes épocas do ano e, conseqüentemente, sob diferentes condições ambientais, relataram que não houve efeito negativo da operação de cultivo sobre a eficiência do herbicida amicarbazone no controle de *B. decumbens* e *I. grandifolia*, independentemente da ordem das operações, indicando que na situação estudada o herbicida não estava presente em quantidade suficiente para afetar as plantas de sorgo.

4.1.2 Planta teste – *Ipomoea nil*

Para a planta teste *I. nil*, as avaliações visuais de intoxicação após 35 mm de precipitação demonstraram que com o sulfentrazone os sintomas foram mais acentuados quando comparados aos do sorgo, sendo que na avaliação de 10 DAS constatou-se a morte das plântulas (nota 9) na profundidade de 0-2,5 cm (Figura 6 e 4 Apêndice). Na profundidade de 2,5-5,0 cm a intoxicação foi muito forte (nota 8) até os 15 DAS.

O óleo mineral, quando adicionado a calda, manteve o herbicida nas camadas mais superficiais, mas observou-se nas avaliações de 10 e 15 DAS (Figura 6) que os sintomas ocorridos foram menores em relação à aplicação sem a adição do adjuvante, particularmente a partir dos 10 cm de profundidade.

Analisando-se os efeitos do herbicida amicarbazone sobre as plântulas de *I. nil*, constatou-se que ocorreram sintomas mais pronunciados a partir dos 10 DAS (Figura 6). Pode-se constatar que o herbicida causou intoxicação nas plântulas semeadas até 25 cm (nota 5), quando aplicado isolado, e ao se adicionar o óleo mineral os sintomas se concentraram na faixa compreendida entre a superfície e os 15 cm de profundidade, com sintomas menos intensos quando comparados aos do produto isolado. Estas observações concordam com os resultados de REDDY & SINGH (1993), que constataram que vários adjuvantes reduziram o movimento de bromacil em estudos de colunas de lixiviação. Por outro lado, KOREM (1972) observou aumento da lixiviação de trifluralin e orizalin no solo quando adicionados adjuvantes. LOCKE et al, (2002), estudando o efeito de adjuvantes sobre a sorção e

desorção de ciazina, atrazina e norfluzaron em diferentes tipos de solo observaram que os adjuvantes aumentaram a solubilidade em água dos herbicidas, possivelmente incrementando a biodisponibilidade do herbicida para degradação microbiana.

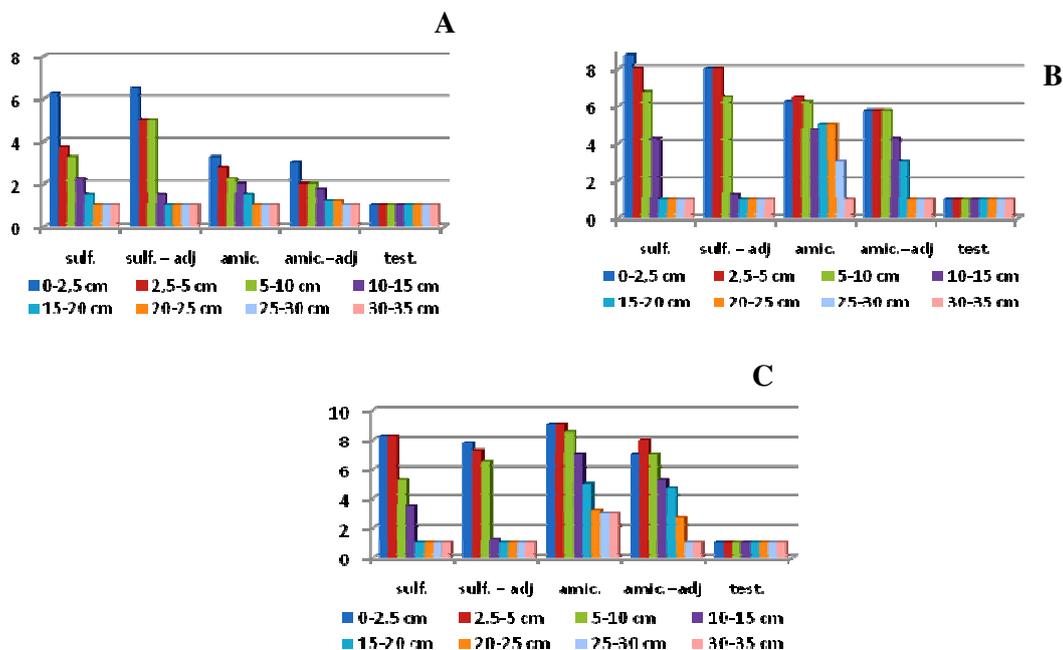


Figura 6. Notas de intoxicação em plântulas de *I.nil*, segundo escala da EWRC (1964), avaliada aos 7(A) , 10 (B) e 15 (C) dias após a semeadura, para a precipitação de 35 mm.

Ao se observar a Figura 7 (67 mm de precipitação) e 5 do Apêndice, verifica-se novamente a presença do herbicida sulfentrazone nas camadas superficiais, mas notou-se decréscimo nos efeitos de intoxicação, os quais passaram de 6 (quase forte) aos 10 DAS para 4 (regular) aos 15 DAS. A adição do óleo mineral aumentou a toxicidade do produto até os 7 DAS, após os quais não mais se constatou efeito diferenciado do produto isolado.

Constatou-se efeito do herbicida amicarbazone somente na ultima avaliação (15 DAS), quando o produto, isoladamente, proporcionou intoxicação semelhante a do sulfentrazone, porém se estendendo praticamente por todo o perfil do solo (coluna). Nesta ocasião se constatou que óleo mineral proporcionou maior efeito de

intoxicação, inclusive superando os observados com sulfentrazone, particularmente até os 10 cm de profundidade.

Após 106 mm de precipitação acumulada, também se constatou, assim como nas avaliações para as demais precipitações, que o herbicida sulfentrazone permaneceu nas faixas superficiais do solo, aproximadamente até 10 cm de profundidade (Figura 10 e 6 Apêndice), com os sintomas de intoxicação decrescendo até os 15 DAS. Visualmente, a adição do adjuvante não acarretou em mudança no comportamento do herbicida até os 10 DAS, mas aos 15 DAS se verificou tendência da maior intoxicação das plantas quando comparadas às do produto isolado, até os 15 cm.

Quanto ao amicarbazone, sob precipitação de 106 mm, não se constatou efeito de intoxicação nas plântulas de sorgo até os 15 DAS, independentemente da adição do óleo mineral.

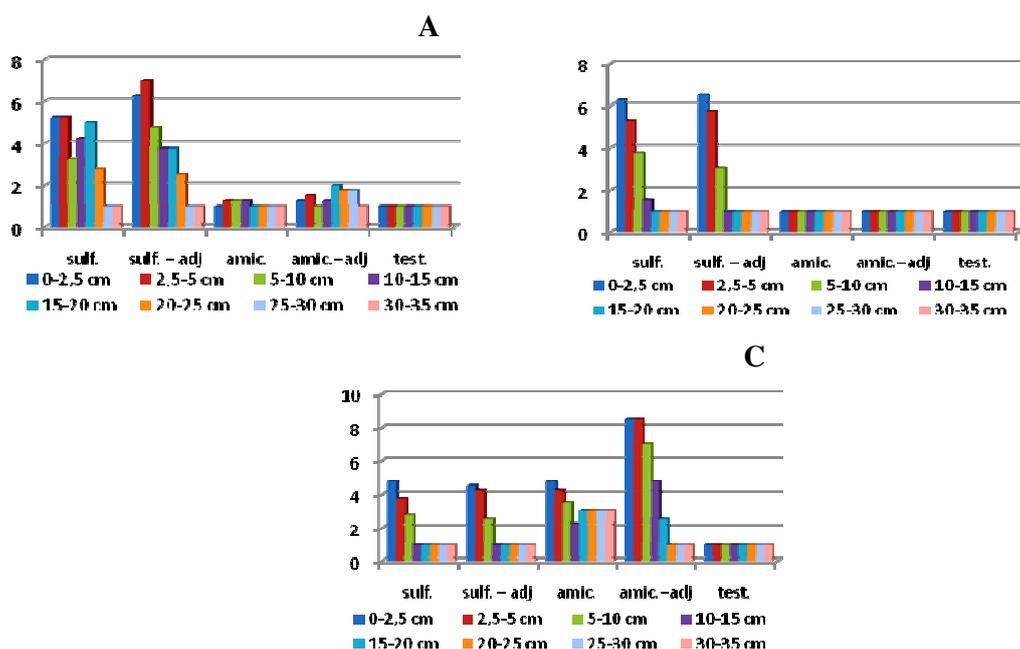


Figura 7. Notas de intoxicação em plântulas de *I.nil*, segundo escala da EWRC (1964), avaliada aos 7 (A), 10 (B) e 15 (C) dias após a semeadura, para a precipitação de 67 mm.

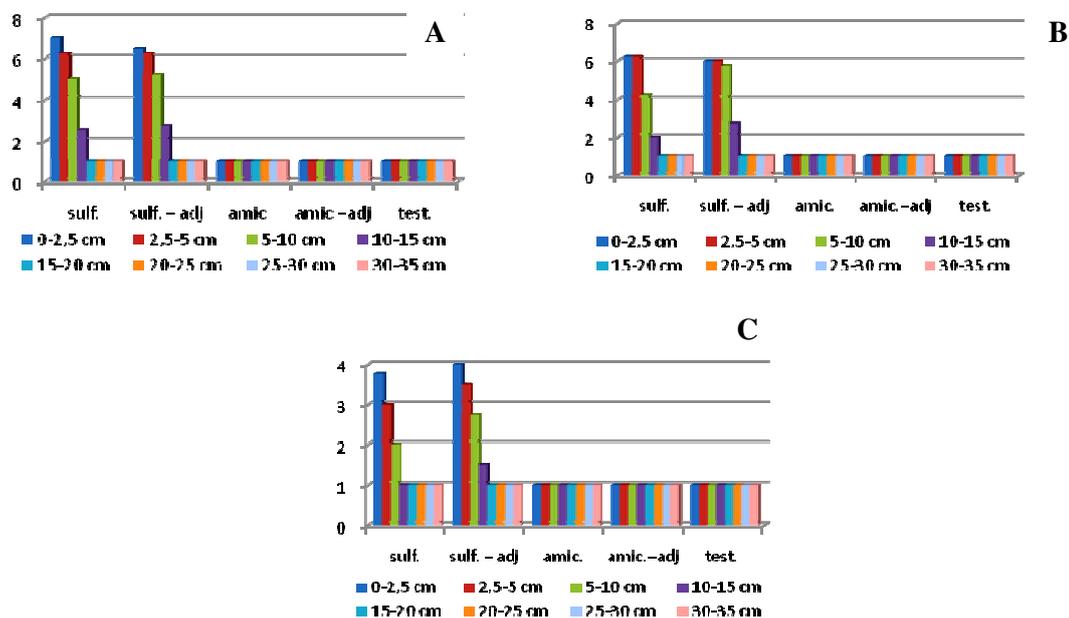


Figura 10. Notas de intoxicação em plântulas de *I. nil*, segundo escala da EWRC (1964), avaliada aos 7 (A), 10 (B) e 15 (C) dias após a semeadura, para a precipitação de 106 mm.

Analisando-se a matéria seca das plântulas de *I. nil* determinada aos 20 DAS (Tabela 10), verificou-se que após a precipitação de 35 mm o herbicida amicarbazone reduziu significativamente a matéria seca, independentemente da profundidade, não ocorrendo diferença com a adição do óleo mineral. O sulfentrazone apresentou comportamento intermediário, não diferenciando da testemunha e nem do amicarbazone. Com relação ao efeito da profundidade, independentemente do herbicida, verificou-se menor acúmulo de matéria seca pelas plântulas de *I. nil* semeadas até 10-15 cm de profundidade.

Nas amostragens realizadas após acumuladas as precipitações de 67 e 106 mm, não ocorreram diferenças significativas entre os herbicidas, enquanto os efeitos das profundidades, independentemente dos herbicidas, causaram redução significativa de matéria seca até os 5 cm. Contudo, verificou-se interação significativa entre os efeitos dos herbicidas e das profundidades sob essas precipitações.

Tabela 10. Matéria seca (g) da parte aérea de plântulas de *I. nil* avaliada aos 20 DAS, em relação aos herbicidas e profundidade, Jaboticabal, 2007.

Tratamento	Precipitações		
	35 mm	67 mm	106 mm
Sulfentrazone	1,35 AB ¹	1,26 A	1,29 A
Sulfentrazone + Adj	1,31 AB	1,28 A	1,32 A
Amicarbazone	1,17 B	1,24 A	1,36 A
Amicarbazone + Adj	1,19 B	1,24 A	1,36 A
Testemunha	1,39 A	1,37 A	1,36 A
CV (%)	17,36	14,04	9,03
DMS(Herbicidas)	0,18	0,14	0,09
F (Herbicidas)	6,00**	2,84 ^{NS}	0,71 ^{NS}
Profundidades (cm)			
0-2,5	1,11 D	1,22 B	1,30 B
2,5 – 5,0	1,11 D	1,22 B	1,30 B
5,0 – 10,0	1,19 CD	1,24 AB	1,31 AB
10,0 – 15,0	1,27 BC	1,27 AB	1,36 AB
15,0 – 20,0	1,40 AB	1,30 AB	1,35 AB
20,0 – 25,0	1,38 AB	1,35 A	1,38 A
25,0 – 30,0	1,41 A	1,33 AB	1,33 AB
30,0 – 35,0	1,39 AB	1,31 AB	1,37 A
CV (%)	10,36	8,72	5,48
DMS (profundidades)	0,13	0,11	0,072
F (profundidades)	18,99**	3,84**	3,83**
F (interação)	1,18 ^{NS}	1,68*	2,17**

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Após 67 mm de precipitação (Tabela 11), observou-se que o sulfentrazone, com ou sem adjuvante, diminuiu a matéria seca das plântulas na camada superficial (até 2,5 cm de profundidade). Os resultados da análise do solo indicaram baixo valor de pH (4,9) em todas as camadas (Tabela 1). Tal observação, aliada a baixa mobilidade do herbicida, corroboram com as observações feitas por ALVES et al. (2004), que mencionaram que a mobilidade e capacidade de adsorção do sulfentrazone no solo ocorre principalmente quando o pH deste for muito abaixo do pKa do herbicida (pKa=6,56; GRAY et al. (1997)), reduzindo sua eficiência a campo.

Os resultados para o herbicida amicarbazone demonstraram que houve redução acentuada da matéria seca de *I. nil* na profundidade de 0,0 - 2,5 cm quando o herbicida foi adicionado adjuvante. O mesmo não ocorreu quando o herbicida foi aplicado sem óleo mineral. DIAS et al. (2006b), ao avaliarem a eficiência de amicarbazone simulando a precipitação acumulada de três meses consecutivos, em aplicação pré-emergente com e sem adição do adjuvante Lanzas, sobre *I. grandifolia*, *Merremia cissoides*, *B. decumbens* e *Panicum maximum*, concluíram que

os períodos trimestrais que propiciaram as maiores condições de umidade afetaram negativamente a performance do amicarbazone. O adjuvante Lanzas beneficiou a performance do amicarbazone no controle de gramíneas, principalmente nas situações com umidade no início seguidas de um período de seca.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre os efeitos dos herbicidas e profundidades para os valores de matéria seca da parte aérea de plântulas de corda-de-viola (*I. nil*), após 67 mm de precipitação. Jaboticabal, 2007.

Profundidades (cm)	Herbicidas				Testemunha
	Sulfentrazone	Sulfentrazone + Adj	Amicarbazone	Amicarbazone + Adj	
0,0 – 2,5	1,18 A bc ¹	1,22 A BC	1,23 A ab	0,99 C c	1,47 A a
2,5 – 5,0	1,21 A a	1,22 A a	1,15 A a	1,14 BC a	1,36 A a
5,0 – 10,0	1,19 A a	1,29 A a	1,21 A a	1,17 ABC a	1,34 A a
10,0 – 15,0	1,28 A a	1,27 A a	1,27 A a	1,17 ABC a	1,34 A a
15,0 – 20,0	1,30 A a	1,28 A a	1,28 A a	1,30 AB a	1,33 A a
20,0 – 25,0	1,30 A a	1,37 A a	1,27 A a	1,35 AB a	1,43 A a
25,0 – 30,0	1,31 A a	1,36 A a	1,27 A a	1,40 A a	1,29 A a
30,0 – 35,0	1,29 A a	1,22 A a	1,23 A a	1,39 A a	1,40 A a
DMS (herbicidas) – 0,24		DMS (profundidades) – 0,24			

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes profundidades. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam os tratamentos com aplicação dos herbicidas.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Após acumulados 106 mm de precipitação, verificou-se que o herbicida sulfentrazone reduziu a matéria seca de *I. nil* na faixa de 0,0 – 2,5 cm, se estendendo até 5,0 cm quando comparado à testemunha. A adição do adjuvante não alterou esse comportamento do herbicida (Tabela 12).

O amicarbazone, sob essa precipitação, com ou sem adjuvante, não afetou a matéria seca das plântulas de corda-de-viola. A adição do óleo mineral proporcionou redução significativa da matéria seca nas faixas de 5,0-10,0 cm e 25,0 – 30,0 cm quando comparadas a 30,0 – 35,0 cm, mas não diferiram da testemunha. Esse resultado se deve, provavelmente, ao fato do herbicida apresentar alta solubilidade, ocasionando sua percolação no perfil do solo a maiores profundidades.

Tabela 12. Desdobramento da interação entre herbicidas e profundidades para os valores de matéria seca da parte aérea de plântulas de corda-de-viola (*I. nil*) e profundidade de lixiviação dos herbicidas, após 106 mm de precipitação. Jaboticabal, 2007.

Profundidades (cm)	Herbicidas				
	Sulfentrazone	Sulfentrazone + Adj	Amicarbazone	Amicarbazone + Adj	Testemunha
0,0 – 2,5	1,16 B ¹ c	1,25 A BC	1,33 A ab	1,34 AB ab	1,41 A a
2,5 – 5,0	1,21 AB b	1,25 A b	1,26 A ab	1,33 AB ab	1,42 A a
5,0 – 10,0	1,22 AB a	1,26 A a	1,38 A a	1,32 B a	1,36 A a
10,0 – 15,0	1,30 AB a	1,34 A a	1,38 A a	1,38 AB a	1,39 A a
15,0 – 20,0	1,34 A a	1,38 A a	1,38 A a	1,35 AB a	1,30 A a
20,0 – 25,0	1,36 A a	1,39 A a	1,39 A a	1,37 AB a	1,37 A a
25,0 – 30,0	1,32 A a	1,34 A a	1,39 A a	1,29 B a	1,27 A a
30,0 – 35,0	1,34 A ab	1,31 A b	1,35 A ab	1,49 A a	1,36 A ab
DMS (herbicidas) – 0,16			DMS (profundidades) – 0,15		

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes profundidades. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam os tratamentos com aplicação dos herbicidas.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.2. Ensaio de Emergência

Analisando-se a Tabela 13, verificou-se que o número de plântulas emergidas aumentou com o tempo. A espécie *I. hederifolia* obteve maior número de plântulas emergidas em relação a espécie *I. nil* em todas as avaliações.

As profundidades indicaram que a emergência foi mais acentuada nas camadas superficiais até 2,5 cm nas primeiras avaliações (6 e 10 DAS), sendo que nas avaliações de 15 e 25 DAS, houve emergência considerável até a profundidade de 5 cm.

Observando-se o fator quantidade de palha, verifica-se que houve efeito sobre a germinação de plântulas de corda-de-viola, sendo que com o aumento das camadas de palha o número de plântulas emergidas diminuiu.

Tabela 13. Número de plântulas de corda-de-viola emergidas em função da espécie, profundidade de semeadura e quantidade de palha sobre o solo, Jaboticabal, 2007.

Espécie	6 DAS	10 DAS	15 DAS	25 DAS
<i>I. hederifolia</i>	15,0 ¹ A	17,0 A	19,2 A	22,4 A
<i>I. nil</i>	12,7 B	14,7 B	17,2 B	19,9 B
Profundidade (cm)				
0	20,5 A	23,8 A	25,8 A	27,1 A
2,5	18,9 A	21,8 A	24,5 AB	28,0 A
5,0	13,8 B	17,4 B	22,2 B	25,7 A
10,0	8,1 C	8,1 C	10,3 C	15,2 B
15,0	8,1 C	8,1 C	8,1 C	9,7 C
Qtidade palha (t ha⁻¹)				
0	18,0 A	19,7 A	21,7 A	25,2 A
8	13,2 B	16,1 B	18,4 B	21,8 B
12	10,4 C	11,7 C	14,4 C	16,4 C
F Qtidade de Palha (Q)	89,3**	72,3**	41,5**	38,6**
F Profundidade (P)	118,5**	149,1**	131,2**	78,7**
F Espécie (E)	24,9**	17,9**	10,1**	9,1**
F Q x P	19,6**	17,8**	7,0**	3,5**
F Q x E	2,3 ^{NS}	3,8*	0,6 ^{NS}	0,1 ^{NS}
F P x E	5,5**	6,6**	3,9**	1,9 ^{NS}
F QxPx E	0,9 ^{NS}	1,9 ^{NS}	1,4 ^{NS}	1,7 ^{NS}
DMS Qtidade de Palha	1,4	1,6	1,9	2,4
DMS Profundidade	2,1	2,4	2,9	3,6
DMS Espécie	0,9	1,1	1,3	1,6
CV (%)	18,7	18,8	19,6	21,4

¹ Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Notas, segundo EWRC (1964), para avaliação da toxicidade.

Aos 6 DAS ocorreram interações entre profundidades e quantidade de palha e entre profundidade e espécie.

Os fatores quantidade de palha e profundidade demonstrados na Tabela 14, indicam que o tratamento 12 t de palha afetou a emergência de corda-de-viola a partir da superfície até a profundidade de 2,5 cm. A partir de 5,0 cm com redução de 50% de germinação em relação a 0 cm, não mais diferiu das maiores profundidades. Com 8 t o efeito de diminuição foi observado desde a superfície (0 cm) para a profundidade de 2,5 cm apresentando 18% de redução, a qual foi maior significativamente em relação a 5,0 cm, que no entanto diferiu das demais profundidades. Quando solo se encontrava sem a presença de palha (0 t) a emergência somente foi diminuída quando as sementes foram postas a 10 cm de profundidade, apresentando uma redução média de 71% em relação a profundidade de 2,5 cm. As observações indicam que mesmo o gênero *Ipomoea* sendo um dos

menos afetados pela presença de palha (GRAVENA et al., 2004), ocorre redução no número de plântulas que conseguem ultrapassar a camada de palha sobre a superfície do solo, e este número diminui com o aumento da quantidade de palha.

Tabela 14. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e quantidade de palha, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 6 DAS

Qtidade de palha (t)	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
0,0	24,1 A b ¹	28,8 A a	21,0 A b	8,1 A c	8,1 A c
8,0	20,1 A a	16,4 B b	12,4 B c	8,1 A d	8,1 A d
12,0	16,3 B a	11,1 C b	8,1 C b	8,1 A b	8,1 A b

DMS (profundidades) = 3,62; DMS (herbicidas) = 3,10

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes camadas de palha. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Pela interação dos fatores profundidades e espécie (Tabela 15), pode-se observar que ocorreu diferença entre as espécies desde a semeadura realizada na superfície até a profundidade de 2,5 cm, sendo que *I. hederifolia* obteve maior número de plântulas emergidas (24% nesta profundidade). AZANIA et al. (2002) comparando o efeito de várias camadas de palha relativas à 0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹ sobre a emergência de diferentes espécies de corda-de-viola observaram que, entre as diferentes espécies estudadas, *I. hederifolia* foi a menos suscetível à cobertura de palha. No entanto a presença de 20 t ha⁻¹ reduziu em 70 e 60% o número de plantas de *I. hederifolia* e *I. nil*, respectivamente, quando comparadas à ausência de palha.

A partir de 5 cm não houve diferença entre as espécies, porém em média, ocorreu 58% a mais de germinação nesta profundidade, em relação as demais profundidades (10 e 15 cm).

Tabela 15. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e espécies, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 6 DAS

Espécie	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
<i>I. hederifolia</i>	22,7 A a ¹	21,4 A a	14,8 A b	8,1 A c	8,1 A c
<i>I. nil</i>	18,2 B a	16,1 B a	12,9 A b	8,1 A c	8,1 A c

DMS (profundidades) = 2,11; DMS (herbicidas) = 2,95

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Após 10 dias da semeadura obteve-se interação entre os fatores quantidade de palha e profundidade, quantidade de palha e espécie e profundidade e espécie.

A interação dos fatores quantidade de palha e profundidade (Tabela 16), demonstraram um maior número de plântulas emergidas e, assim como aos 6 DAS, ocorreu efeito da camada de palha sobre a emergência, sendo que, a maior quantidade (12 t.ha⁻¹) reduziu consideravelmente o número de plântulas emergidas na profundidade de 2,5 cm (redução de 24%) e a camada intermediária (8 t.ha⁻¹) na profundidade de 5 cm (redução de 36%, em relação a 0 cm).

Tabela 16. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e quantidade de palha, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 10 DAS

Qtidade de palha (t)	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
0,0	25,8 A a ¹	29,4 A a	27,3 A a	8,1 A b	8,1 A b
8,0	26,3 A a	21,4 B b	16,8 B c	8,1 A c	8,1 A c
12,0	19,5 B a	14,8 C b	8,1 C c	8,1 A c	8,1 A c

DMS (profundidades) =3,56; DMS (herbicidas) = 4,16

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes camadas de palha. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Com as maiores profundidades também observou-se o decréscimo de emergência das plântulas, sendo este comportamento já observado para outras espécies. Em trabalho conduzido por OLIVEIRA JR. & DELISTOIANOV (1996) com sementes de *Desmodium purpureum* em diversas profundidades, concluíram que a emergência das plântulas foi inviabilizada em profundidades maiores que 3,75 cm, indicando que o posicionamento das sementes abaixo desta profundidade pode funcionar como método cultural de controle dessa espécie.

Observando-se a Tabela 17, notou-se que a quantidade de palha interferiu na emergência das espécies quando houve cobertura do solo. As camadas de palha reduziram o número de plântulas emergidas, e entre as espécies *I. hederifolia* foi menos sensível a cobertura do que *I. nil*. CORREIA & DURIGAN (2004), observaram que inicialmente ocorreu efeito da cobertura de palha sobre *I. hederifolia* porém observou-se efeito temporal da palha de cana na emergência de plântulas, sendo que aos 32 DAS, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 17. Desdobramento da interação entre os fatores espécie e quantidade de palha, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 10 DAS

Espécie	Quantidade de palha (t)		
	0,0	8,0	12,0
<i>I. hederifolia</i>	19,8 A a	17,7 A a	13,5 A b
<i>I. nil</i>	19,6 A a	14,6 B b	9,9 B c

DMS (profundidades) = 1,87; DMS (herbicidas) = 2,25

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes camadas de palha.

Na Tabela 18, verifica-se que houve maior emergência nas camadas superficiais (0-2,5 cm), apresentando-se nesta faixa a espécie *I. hederifolia* com maior número em relação a *I. nil*, sendo esta diferença mais acentuada com a profundidade de 2,5 cm (28%). A partir de 5 cm notou-se redução na emergência das plântulas até 15 cm sendo que para estas profundidades, não observou-se diferença entre as espécies. Novamente constatou-se o efeito da profundidade sobre a emergência das plântulas assim como relatam MUNIZ FILHO et al. (2004), que estudando a capacidade de emergência de picão-preto em diferentes profundidades de semeadura, concluíram que a maior velocidade de emergência das plantas foi obtida na menor profundidade de semeadura (2,0 cm de profundidade).

Tabela 18. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e espécies, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 10 DAS

Espécie	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
<i>I. hederifolia</i>	25,6 A a	25,5 A a	17,8 A b	8,1 A c	8,1 A c
<i>I. nil</i>	22,1 B a	18,2 B b	17,0 A b	8,1 A c	8,1 A c

DMS (profundidades) = 2,42; DMS (herbicidas) = 3,40

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

A avaliação realizada aos 15 DAS indicou interações entre os fatores quantidade de palha e profundidade e espécie e profundidade.

Ao observarmos a interação entre quantidade de palha e profundidade (Tabela 19), verificou-se, como nas avaliações anteriores, influência da camada de palha sobre a emergência, novamente tendo a maior quantidade (12 t ha⁻¹) consideravelmente o menor número de plântulas emergidas na profundidade de 2,5 cm (38% a menos), diferindo das outras camadas estudadas. Entretanto nesta

avaliação a camada intermediária (8 t ha⁻¹) demonstrou-se consideravelmente mais afetada na profundidade de 2,5 cm.

Quando abstinou-se o solo da camada de palha as plântulas, mesmo semeadas a 10 cm de profundidade, ultrapassaram a camada de solo e emergiram apesar de em menor número. Este fato, bem como o sucesso da emergência das plântulas sob camadas de palha, deve-se provavelmente como explica PITELLI & DURIGAN (2001) que as espécies que possuem sementes com grande quantidade de reservas terão maior probabilidade de perpetuar-se.

Tabela 19. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e quantidade de palha, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 15 DAS

Qtidade de palha (t)	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
0,0	26,3 A a	29,9 A a	29,8 A a	14,3 A b	8,1 A c
8,0	28,3 AB a	25,2 B ab	22,2 B b	8,4 B c	8,1 A c
12,0	22,8 B a	18,5 C ab	14,6 C b	8,1 B c	8,1 A c

DMS (profundidades) = 4,25; DMS (herbicidas) = 4,97

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes camadas de palha. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Novamente aos 15 DAS a interação dos fatores profundidade e espécie, apontou maior emergência de *I. hederifolia* em relação a *I. nil*, (Tabela 20) todavia a diferença somente foi significativa para a profundidade de 5 cm, quando *I. nil*, reduziu em 25% sua emergência em relação a *I. hederifolia*.

Tabela 20. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e espécie, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 15 DAS

Espécie	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
<i>I. hederifolia</i>	27,0 A a	28,0 A a	22,5 A b	10,5 A c	8,1 A c
<i>I. nil</i>	24,7 A a	21,0 B a	21,8 A a	10,1 A b	8,1 A b

DMS (profundidades) = 2,89; DMS (herbicidas) = 4,06

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Na última avaliação realizada aos 25 DAS, somente ocorreu interação entre quantidade de palha e profundidade.

Verifica-se na Tabela 21 que houve aumento do número de plântulas emergidas em relação à avaliação anterior. Novamente a camada de palha com 12 t

ha⁻¹ reduziu consideravelmente a emergência das plântulas em relação as outras quantidades de palha desde a superfície até os 15 cm de profundidade.

Esta avaliação porém apresentou a camada de palha de 8 t ha⁻¹ superior a 0 t ha⁻¹ quando na superfície (0 cm) com aumento de 11%, e não diferiu nas profundidades de 2,5 e 5,0 cm.

Tabela 21. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e quantidade de palha, sobre a emergência de corda-de-viola avaliada aos 25 DAS

Qtidade de palha (t)	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
0,0	27,9 A ab ¹	31,8 A a	30,2 A a	23,5 A b	12,6 A c
8,0	31,0 A a	28,1 AB a	27,9 A a	13,7 B b	8,4 A b
12,0	22,2 B a	24,2 B a	18,9 B a	8,4 B b	8,1 A b

DMS (profundidades) = 6,31; DMS (herbicidas) = 5,40

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes camadas de palha. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Em relação à matéria seca da parte aérea, observou-se que a espécie *I. hederifolia* teve maior acúmulo em relação a *I. nil* (Tabela 22). Na profundidade de 2,5 cm houve maior acúmulo. Porém não diferindo de 0 e 5 cm. Ocorreu redução para as profundidades de 10 e 15 cm, sendo que a última propiciou o menor ganho de matéria seca das profundidades avaliadas.

As quantidades de palha interferiram significativamente na matéria seca, sendo que o aumento da camada de palha reduziu a matéria seca.

Para matéria seca houve interação significativa dos fatores quantidade de palha e profundidade e espécie

A Tabela 23 demonstra a interação dos fatores quantidade de palha e profundidade. Observou-se que a ausência de palha sobre a superfície do solo (0 t ha⁻¹) resultou em maior matéria seca que os tratamentos cobertos com as camadas de palha, sendo que com 2,5 cm obteve o maior acúmulo diferindo das demais profundidades. Para esta quantidade de palha a semeadura realizada superficialmente e a 5 cm provocou redução da matéria seca, a qual foi acentuada nas profundidades maiores (10 e 15 cm).

Com 8 t ha⁻¹ notou-se que as camadas superficiais obtiveram maiores quantidades de matéria seca diferindo até a profundidade de 10 cm, quando o decréscimo tornou-se mais acentuado, assim como para a camada de 12 t ha⁻¹.

Estes dados diferem dos obtidos por GRAVENA et al que determinaram que o acúmulo de biomassa seca pelas plantas de *Ipomoea* foi maior na presença da palha. Porém os autores explicam que esse resultado provavelmente ocorreu em virtude da intensa competição entre as plantas que cresceram sem a presença da palha, que foi onde houve maior número total de plantas emergidas e maior acúmulo total de biomassa seca. Segundo os autores algumas espécies do gênero *Ipomoea* tendem a ser bastante problemáticas nas áreas de cana-de-açúcar conduzidas no sistema de colheita mecanizada da cana-crua.

Tabela 22. Matéria Seca da parte aérea (g) de duas espécies de corda-de-violão, semeadas em diferentes profundidades sob três camadas de palha de cana-de-açúcar.

Espécie	Matéria Seca (g)
<i>I. hederifolia</i>	5.6 A ¹
<i>I. nil</i>	5.4 B
Profundidade (cm)	
0	6.1 A
2,5	6.4 A
5,0	6.0 A
10,0	4.9 B
15,0	4.1 C
Quantidade de palha (t.ha⁻¹)	
0	6.2 A
8	5.3 B
12	4.9 C
F Qtidade de Palha (Q)	46.7 **
F Profundidade (P)	49.6 **
F Espécie (E)	5.5 *
F (Q x P)	4.0 **
F (Q x E)	1.8 ^{ns}
F (P x E)	2.8 *
F (QxPx E)	1.8 ^{ns}
DMS Qdade de Palha	0,35
DMS Profundidade	0,55
DMS Espécie	0,24
CV (%)	11,82

¹ Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Notas, segundo EWRC (1964), para avaliação da toxicidade.

Tabela 23. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e quantidade de palha, sobre a matéria seca de corda-de-viola avaliada aos 25 DAS.

Qtidade de palha (t)	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
0,0	6,6 A ab ¹	7,5 A a	7,0 A ab	6,1 A b	4,2 A c
8,0	6,4 A a	5,9 B a	5,7 B a	4,7 B b	4,1 A b
12,0	5,2 B a	5,7 B a	5,4 B a	4,1 B b	4,0 A b

DMS (profundidades) = 0,9; DMS (herbicidas) = 0,87

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes camadas de palha. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Analisando-se a Tabela 24, observa-se que *I. hederifolia* obteve maior acúmulo de matéria seca em relação a *I. nil*, somente nas profundidades de 0 e 5 cm. As demais profundidades não apresentaram diferenças entre as espécies.

Como observado em todas as avaliações a matéria seca também diminuiu com o aumento da profundidade, com exceção de *I. nil* com 2,5 cm.

Tabela 24. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e espécie, sobre a matéria seca de corda-de-viola avaliada aos 25 DAS.

Espécie	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
<i>I. hederifolia</i>	6,3 A a ¹	6,4 A a	6,4 A a	4,9 A b	4,1 A c
<i>I. nil</i>	5,8 B ab	6,3 A a	5,6 B ab	5,0 A b	4,2 A c

DMS (profundidades) = 0,74; DMS (herbicidas) = 0,58

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Ao realizar-se a coleta das sementes que não emergiram e realizar o teste do tetrazólio, visando identificar a viabilidade das referidas sementes verificou-se que poucas das sementes recuperadas apresentavam-se inviáveis (Tabela 25).

Não houve diferença entre as espécies, tanto para as sementes recuperadas quanto para as viáveis.

As profundidades de semeadura apresentaram certa redução no número de sementes recuperadas, porém não significativa. Em relação às sementes viáveis não observou-se diferença entre as profundidades estudadas.

Obteve-se um maior número de recuperadas quando o solo estava descoberto (14% a mais). Quanto as camadas de palha não ocorreu diferença entre as duas. O mesmo foi observado para as sementes viáveis, quando constatou-se

13% a mais de sementes viáveis em relação a média das recuperadas quando o solo estava coberto por palha. A palha provavelmente proporcionou um ambiente mais favorável para os microrganismos o que pode ter causado a redução do número de sementes recuperadas e viáveis.

Tabela 25. Número de sementes recuperadas e viabilidade duas espécies de corda-de-viola, semeadas em diferentes profundidades sob três camadas de palha de cana-de-açúcar

Espécie	Sementes Recuperadas Inteiras	Sementes Viáveis
<i>I. hederifolia</i>	19,7 A ¹	18,6 A
<i>I. nil</i>	19,3 A	17,5 A
Profundidade (cm)		
0	20,0 A	18,1 A
2,5	20,0 A	17,5 A
5,0	19,4 A	18,7 A
10,0	19,3 A	18,0 A
15,0	18,9 A	18,0 A
Quantidade de palha		
0 (t ha ⁻¹)	21,0 A	19,8 A
8 (t ha ⁻¹)	18,9 B	16,9 B
12 (t ha ⁻¹)	18,7 B	17,6 B
F Qtidade de Palha (Q)	6,7**	9,4 **
F Profundidade (P)	0,6 ^{NS}	0,4 ^{NS}
F Espécie (E)	0,4 ^{NS}	3,3 ^{NS}
F Q x P	1,5 ^{NS}	0,8 ^{NS}
F Q x E	0,6 ^{NS}	0,1 ^{NS}
F P x E	3,2*	5,2**
F QxPx E	1,3 ^{NS}	1,0 ^{NS}
DMS Qdade de Palha	1,6	1,7
DMS Profundidade	2,5	2,5
DMS Espécie	18,7	1,1
CV (%)	15,7	17,5

¹ Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{NS} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Notas, segundo EWRC (1964), para avaliação da toxicidade.

Para as sementes recuperadas obteve-se interação para os fatores profundidade e espécie assim como para as sementes viáveis.

Observando-se a Tabela 26 tem-se que as profundidades não interferiram no número de sementes recuperadas. Verificou-se apenas que nas profundidades de 0 e 2,5 cm a espécie *I. hederifolia* obteve maior número de sementes viáveis em relação a *I. nil* nas referidas profundidades.

As mesmas observações podem ser feitas para as sementes viáveis analisadas através do teste do tetrazólio observados na Tabela 27.

Tabela 26. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e espécie, sobre o número de sementes recuperadas de corda-de-viola recuperadas avaliada aos 25 DAS.

Espécie	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
<i>I. hederifolia</i>	21,4 A a	20,2 A a	19,4 A a	19,1 A a	18,4 A a
<i>I. nil</i>	18,6 B a	17,6 B a	20,8 A a	19,5 A a	20,3 A a
DMS (profundidades) = 2,49; DMS (herbicidas) = 3,49					

1 Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

Tabela 27. Desdobramento da interação entre os fatores profundidade e espécie, sobre o número de sementes recuperadas viáveis de corda-de-viola recuperadas avaliada aos 25 DAS.

Espécie	Profundidade (cm)				
	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
<i>I. hederifolia</i>	20,4 A a	19,3 A a	17,8 A a	18,4 A a	17,1 A a
<i>I. nil</i>	15,9 B b	17,8 B b	19,6 A a	17,6 A ab	18,9 A ab
DMS (profundidades) = 2,57; DMS (herbicidas) = 3,60					

1 Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Letras maiúsculas são no sentido da coluna e comparam as diferentes espécies. Letras minúsculas são no sentido da linha e comparam as diferentes profundidades.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permite concluir que:

Após 35 mm de precipitação, os dois herbicidas atingiriam as profundidades necessárias para se proporcionar o controle das duas espécies de corda-de-viola, mas após precipitações de 67 e 106 mm, somente o amicarbazone perdeu seu efeito fitotóxico, sendo que a adição do óleo minimizou essa perda de eficiência sob precipitação de 67 mm.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, L. R. F. Principais atributos dos solos relacionados à dinâmica de defensivos. **In:** Simpósio sobre dinâmica de defensivos agrícolas no solo: Aspectos práticos e ambientais. Coord. Alleoni, L. R. F.; Regitano, J. B., Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ-USP, Piracicaba, 2002. p.6-22.

ALVES, P. L. C. A.; SOUZA, J. C.; KUVA, M. A.; MATTOS, E. D.; BORGES, A.; MARQUES JUNIOR, J. Efeitos do teor de umidade do solo sobre a eficiência do herbicida sulfentrazone no controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **In:** CONGRESO ALAM, 14.; CONGRESO ANUAL COMALFI, 29., 1999, Cartagena. **Resumenes...** Cartagena: 1999. p. 74

ALVES, P. L. C. A.; JUNIOR, J. M.; FERRAUDO, A. S. Soil attributes and the efficiency of sulfentrazone on control of purple nutedge (*Cyperus rotundus* L.). **Scientia Agricola**, v. 61, n. 3, p. 319-325, 2004.

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

BELTRAN, E.; FENET, H.; COOPER, J. F.; COSTE, C. M. Fate of isoxaflutole in soil under controlled conditions. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 146-151, 2003.

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

BLANCO, F. M. G. e VELINI, E. D. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**, v. 23, n.4, p. 693 - 700, 2005.

BLANCO, H. G. Catálogo das espécies de mato infestantes de áreas cultivadas no Brasil – Família das campainhas (*Convolvulaceae*). **O Biológico**, v.44, p.259-278, 1978.

BOUCHARD, D. C.; LAVY, T. L.; LAWSON, E. R. Mobility and persistence of hexazinone in a forest watershed. **Journal of Environmental Quality**, v. 14, n. 2, p. 229-233, 1985.

BRADY, N. C. The nature and properties of soils. 8.ed. New York: Macmillan, 1974. 639 p.

BRIGHENTI, A. M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p. 229-237, 2003.

BUHLER, R.; HARTZLER, R. G.; FORCELLA, F. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. **Weed Science**, v. 45, p. 329-336, 1997.

CARMONA, R.; BÕAS, H. D. C. V. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.457-463, 2001.

CAVENAGHI, A. L.; ROSSI, C. V. S.; NEGRISOLI E.; COSTA, E. A. D.; VELINI, E.D.; TOLEDO, R. E. B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic) aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 831-837, 2007.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. 1. ed. Piracicaba: Autores, 2005. v. 1. 49 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. II Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar. Piracicaba : ESALQ/POTAFOS, 2005.

COLETI, J. T.; CAVALCANTI JÚNIOR, N.; NEME, L. H.; DE PAULA, J.; ALBINO, F. E. Brachiaria pode provocar sérios danos nos canaviais. **Informativo Coopercitrus**, n.132, p. 34 – 35, 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em

<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/cana.pdf>> Acesso em: 30 maio 2008.

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

CONTIERO, R. L. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários: classes, propriedades e usos. In: COOPAVEL/COODETEC/BAYER CROPSCIENCE. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, III. Cascavel: Coopavel/Coodetec/Bayer Cropscience, 2005. p. 29 – 54. (Encontro Técnico, 10).

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.

COSTA, A. G. F.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; NEGRISOLI, E. Métodos para estimar perdas em pulverizações de herbicidas em pré-emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS

DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Boletim Informativo...**São Pedro: SBCPD, 2004. p.276.

DAYAN, F. E.; WEETE, J. D.; DUKE, S. O.; HANCOCK, H. G. Soybean (*Glycine max*) cultivar differences in response to sulfentrazone. **Weed Science**, v. 45, p. 634-641, 1997.

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

DIAS, T. C. S, et al. Influência da precipitação trimestral acumulada sobre o controle de plantas daninhas pelo herbicida dinamic (amicarbazone). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. CD-ROM a.

DIAS, T. C. S, et al. Efeito da interação entre o herbicida Dinamic (amicarbazone) e cultivo do solo sobre o controle de plantas daninhas em pré-emergência. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. CD-ROM. b

DIRKS J. T.; JOHNSON, W. G.; SMEDA, R. J.; WIEBOLD, W. J.; MASSEY, R. E. Reduced rates of sulfentrazone plus chlorimuron and glyphosate in no-till, narrow-row, glyphosate-resistant *Glycine max*. **Weed Science**., v. 48, p. 618-627, 2000.

DUKE, S. O., BECERRIL J. M.; SHERMAN, T. D.; LEHNEN, L. P.; MATSUMOTO H. Protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides. **Weed Science**, v. 39, p. 465-473, 1991.

DURIGAN, J. C. **Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas**. Jaboticabal: Funep, 1993. 43 p.

ENFIELD, C. G. Chemical transport facilitated by multiphase flow systems. **Water Science Technology**, v.17, p.1-12, 1985.

ENFIELD, C. G.; YATES, S. R. Organic Chemical transport to groundwater. In: CHENG, H. H. (Ed). **Pesticides in the soil environment: processes, impacts, and modeling**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p.271-302.

FALCONNIER, R. **La canne à sucre**. Paris: Maisonneuve et Larose, 1991. 165p.

FAUSEY, J. C.; RENNER, K. A. Germination, emergence, and growth of giant foxtail (*Setaria faberi*) and fall Panicum (*Panicum dichotomiflorum*). **Weed Science**, v. 45, n. 3, p. 423- 425, 1997.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ampliação da oferta de energia através da biomassa**. Disponível em <www.fiesp.com.br>. Acesso em 28 maio 2008.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; SAAVEDRA, M. S.; GARCIA TORRES, L. Ecologia de las malas hierbas. In GARCIA TORRES, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. cap. 2, p. 49 – 69.

FMC. **Manual de produtos**. Campinas, 1997. p. 77.

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

GHORBANI, R.; SEEL, W.; LEIFERT, C. Effects of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. **Weed Science.**, v. 47, n. 5, p. 505-510, 1999.

GIMENES, R. DINAMIC: O novo herbicida da Hokko do Brasil para cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v.22, n.4, p.23-24, 2004.

GOETZ, A. J.; LAVY, T. L.; GBUR, E. E. Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Sci.**, v.38, p.421-428, 1990.

GRACIANO, P. A. **Interferência e manejo de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) intercalada com feijões (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* L. Walp.)**. 1989. 184f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

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

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta daninha**, v.22, n.2, p. 419 – 427, 2004.

GREEN, J. M.; HAZEN, J. L. Understanding and using adjuvants properties to enhance pesticide activity. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTES FOR AGROCHEMISTS, 5., 1998, Tennessee. **Proceedings...** Memphis: ISAA, 1998. p.25-36.

GREY, T. L.; WALKER, R. H.; WEHTJE, G. R.; HANCOCK, H. G. Sulfentrazone adsorption and mobility as affected by soil and pH. **Weed Science**, v.45, p. 733 – 738, 1997.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Emergência de *Tridax procumbens* em função de profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

HARTZLER, B. **Absorption of Soil-Applied Herbicides**. Disponível em: <<http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2002/soilabsorption.htm>> Acesso em: 30 maio 2005.

HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; MARTINS, J. V. F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência dos herbicidas imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.419-426, 2001.

HESS, F. D. Adjuvants. In: HERBICIDE ACTION COURSE, 1997, West Lafayette. **Proceedings...** West Lafayette: Purdue University, 1997. p.38-61.

HOLLOWAY, P. J. Physicochemical factors influencing the adjuvants - Enhance spray deposition and coverage of foliage-applied agrochemicals. In: HOLLOWAY, P. J.; REES, R. T.; STOCK., D. (Ed.). **Interactions between adjuvants, agrochemicals and target organisms**. Berlim: Springer-Verlag, 1994. p.83-106.

HULTING, A. G.; WAX, L. M.; NELSON, R. L.; SIMMONS, F. W. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars tolerance to sulfentrazone. **Crop Protection.**, v. 20, p. 679-683, 2001.

KILLEEN, S. Development and use of environmental quality standars (EQSs) for priority pesticides. **Pesticide Science**, v. 49, p. 191-195, 1997.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo II. 1ª Edição. São Paulo. BASF Brasileira, 1999. 798p.

KOLPIN, D. W. et al. Occurrence of selected herbicides and herbicide degradation products in Iowa's ground water, 1995. **Ground Water**, v. 35, n. 4, p. 679-688, 1997.

KOREN, E. Leaching of trifluralin and oryzalin in soil with three surfactants. **Weed Science**, v.20, p. 230 - 232. 1972

KUVA, M. A. **Efeitos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) no estado de São Paulo**. 1999. 74f. 95 Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**. v.21, n.1, p.37 – 44, 2003.

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

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua, **Planta daninha** v.25 n.3, p.501-511, 2007.

LOCKE, M. A.; REDDY, K. N.; GASTON, L. A.; ZABLOTOWICZ, R. M. Adjuvant modification of herbicide interactions in aqueous soil suspensions. **Soil Science**, v.167, n.7, p.444-452, 2002.

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

LYM, R. G.; MESSERSMITH, S. Survey for picloram in North Dakota water. **Weed Technology**, v. 2, n. 2, p. 217-222, 1988.

MANGELS, G. Behavior of the imidazolinone herbicides in soil – a review of the literature. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. (eds.). The imidazolinone herbicides. Boca Raton, FL: CRC. 1991. p.191-209.

MARTINI, G.; DURIGAN, J. C. Influence of soil surface water content on the efficacy and selectivity of flazasulfuron in sugarcane culture. **Planta daninha**, vol.22, n.2, p.259-267, 2004.

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

MCWHORTER, C. G.; BARRENTINE, W. L. Spread of paraffinic oil on leaf surfaces of johnsongrass (*Sorghum hapalensis*). **Weed Science**, v.36, n.1, p.111 - 7, 1988.

MEDEIROS, D.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeito da intensidade de chuva e da quantidade de palha de cana-de-açúcar sobre a eficácia de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p.510.

MENDONÇA, C. G.; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia. Agrícola**, v.27, n.esp., p.16-23, 2007.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, v. 19, p. 609-615, 2000.

MILLER, P.; WESTRA, P. Herbicide Seletivity and performance. Crop series – production. Colorado State University Cooperative Extension. N.0.563, Nov., 1998.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 63-69, 2003.

MUNIZ FILHO, A. CARNEIRO, P. T.; CAVALCANTI, M. L. F.; ALBUQUERQUE, R. C. Capacidade de emergência de picão-preto em diferentes profundidades de semeadura. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 2004.

NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; SILVA, M. A. S. Dinâmica de diuron em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23. 2002, Gramado. **Anais...**Londrina: SBCPD, 2002. p.157.

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C. V. S.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; COSTA, E. A. D.; TOLEDO, R. E. B. Controle de plantas daninhas pelo amicarbazone aplicado na presença de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p. 603 - 611, 2007.

OLIVEIRA JR., R. S.; DELISTOIANOV, F. Profundidade de semeadura e métodos de quebra de dormência afetando a germinação e a emergência de *Desmodium purpureum* (Mill) Fawc. et Rend (Leguminosae – Papilionoideae). **Revista Brasileira de Botânica**. , v.19, n. 2, p. 221-225, 1996.

OLIVEIRA JR., R. S., TORMENA, C. A. Dinâmica de herbicidas no solo e controle de plantas daninhas. In: Simpósio sobre dinâmica de defensivos agrícolas no solo: Aspectos práticos e ambientais. Coord. Alleoni, L. R. F.; Regitano, J. B., Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ-USP, Piracicaba, 2002. p.76-96.

OLIVEIRA, M. F. de. Comportamento de herbicidas no ambiente. **In:** Plantas daninhas e seu manejo. OLIVEIRA, R. S. de; CONSTANTIN, J. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.316-355.

OZEKI, Y. **Manual de aplicação aérea**. São Paulo: Y. OZEKI, 2006. 101p.

PATTI, G. P. **Influência da disponibilidade de água no solo na eficiência agrônômica do amicarbazone**. 2005. 59 f. Monografia (trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. **In:** DIAZ ROSSELLO, R. (Coord.). **Siembra directa en Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

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

PRATA, F. **Comportamento do glifosato no solo e deslocamento miscível de atrazina**. 2002. 161f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

REDDY, K. N.; SINGH, M. Effect of acrylic polymer adjuvants on leaching of bromacil, diuron, norflurazon, and simazine in soil columns. **Bull Environ Contam Toxicol**, v.5 n.1, p. 449 - 457. 1993.

REDDY, K. N.; LOCKE, M. A. Sulfentrazone sorption, desorption, and mineralization in soils from two tillage systems. **Weed Science**, v. 46, p. 494-500, 1998.

REGITANO, J.B. Propriedades físico-químicas dos defensivos e seu destino no ambiente, **In: Simpósio sobre dinâmica de defensivos agrícolas no solo: Aspectos práticos e ambientais**. Coord. Alleoni, L.R.F.; Regitano, J.B., Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ-USP, Piracicaba, 2002. p.40-50.

REGITANO, J. B.; PRATA, F.; ROCHA, W. S. D.; TORSINIELO, V. L.; LAVORENTI, A. Imazaquin mobility in tropical soils in relation to soil moisture and rainfall timing. **Weed Research**, v. 42, p.271-279, 2002.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304 p.

RITTER, W. F. Pesticide contamination of ground water in the United States - a review. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 25, n. 1, p. 1-29, 1990.

RITTER, W. F.; CHIRNSIDE, A. E. M.; SCARBOROUGH, R. W. Leaching of dicamba in a Coastal Plain soil. **J. Environ. Sci. Health, A**, v. 31, n. 3, p. 505-517, 1996.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**, 5.ed. Londrina: . 2005 592 p.

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

ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade do sulfentrazone em nitossolo vermelho e em neossolo quartzarênico. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 111-120, 2003.

ROSSI, C. V. S.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade do sulfentrazone no perfil de classes de solos. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 4, n. 2005-1, p. 65-67, 2005.

SAPADOTTO, C. A. Monitoramento e avaliação de impactos ambientais de herbicidas no ambiente. **In:** Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 23., 2002, Gramado. Palestras. Londrina: SBCPD/Embrapa Clima temperado, 2002. p.56-65.

SIGUA, G. C.; ISENSEE, A. R.; SADEGHI, A. M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no-till soil cores. **Soil Science**, Baltimore, v.156, n.4, p. 225 – 232, 1993.

SQUILLACE, P. J.; THURMAN, E. M. Herbicide transport in rivers: importance of hidrology and geochemistry in nonpoint-source contamination. **Environmental Science & Technology**, v. 26, n. 3, p. 538-545, 1992.

STICKLER, W. E. The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry. **In:** FOY, C.L. (Ed.). **Adjuvants for Agrochemicals**. New York: Marcell Dekker, 1992. cap.22, p.247-9

TAYLOR-LOVELL, S.; SIMS, G. K.; WAX, L. M. Effects of moisture, temperature, and biological activity on the degradation of isoxaflutole in soil. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 5625-5633, 2002.

TOFOLLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; NEGRISOLI, E.; VELLINI, E. D.; COSTA, A. G. F. Dinâmica de atrazine em palha de aveia e cana-de-açúcar. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p.158.

TOLEDO, R. E. B.; KOBAYASHI, E. K.; HONDA, T.; MIYASAKI, J. M.; PERETTO, A. J. Dinamic (Amicarbazone), novo herbicida seletivo para o controle de plantas

daninhas em pré e pós emergência na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: 2004. 245 p.

UNDERWOOD, A. K. Adjuvants trends for the new millennium. *Weed Technology*, v. 14, n. 4, 765 – 772, 2000.

UNION AGRO, Agridex: O adjuvante de todas as horas. Barra Bonita, 2007. 1p.

VELINI, E. D. Comportamento de herbicidas no solo. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS, 1992, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: 1992. p.44-64.

VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; OLIVEIRA, C. P.; CORRÊA, T. M.; NEGRISOLI, E.; COSTA, A. G. F.; ROSSI, C. V. S. Dinâmica de Velpar K (hexazinona + diuron) em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Boletim Informativo...**São Pedro: SBCPD, 2004. p.55.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22. 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...**Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000. p.148-164.

VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R, CAVENAGHI, A. L.; MARTIS, D.; MAGALHÃES, P. M. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito do orvalho, lâminas e intervalos sem chuva após a aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002b, Gramado. **Anais...**Gramado: SBCPD, 2002b. p.155.

VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; MARTINS, D.; MAGALHÃES, P. M. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito de lâminas de chuva, formulações, nível de umidade e quantidade da palha no momento da

aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002a, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCPD, 2002a. p.154.

VIVIAN, R; REIS, M. R., JAKELAITIS, A., SILVA, A. F., GUIMARÃES, A. A., SANTOS, J.B., SILVA, A. A. Persistência de sulfentrazone em argissolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 741-750, 2006.

VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.171-178, 2001.

WITT, J. M. Agricultural spray adjuvants. Ithaca, NY: Cornell University, 2001. Disponível em: < <http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/genpeapp-adjuvnats.html>> Acesso em: 25 maio 2008.

7. Anexo

A



B



C



D



E



Imagem 1. Sulfentrazone (A), Sulfentrazone + óleo mineral (B), Amicarbazone (C), Amicarbazone + óleo mineral (D) e Testemunha (E), aos 15 DAS, amostrados após 35 mm de precipitação.

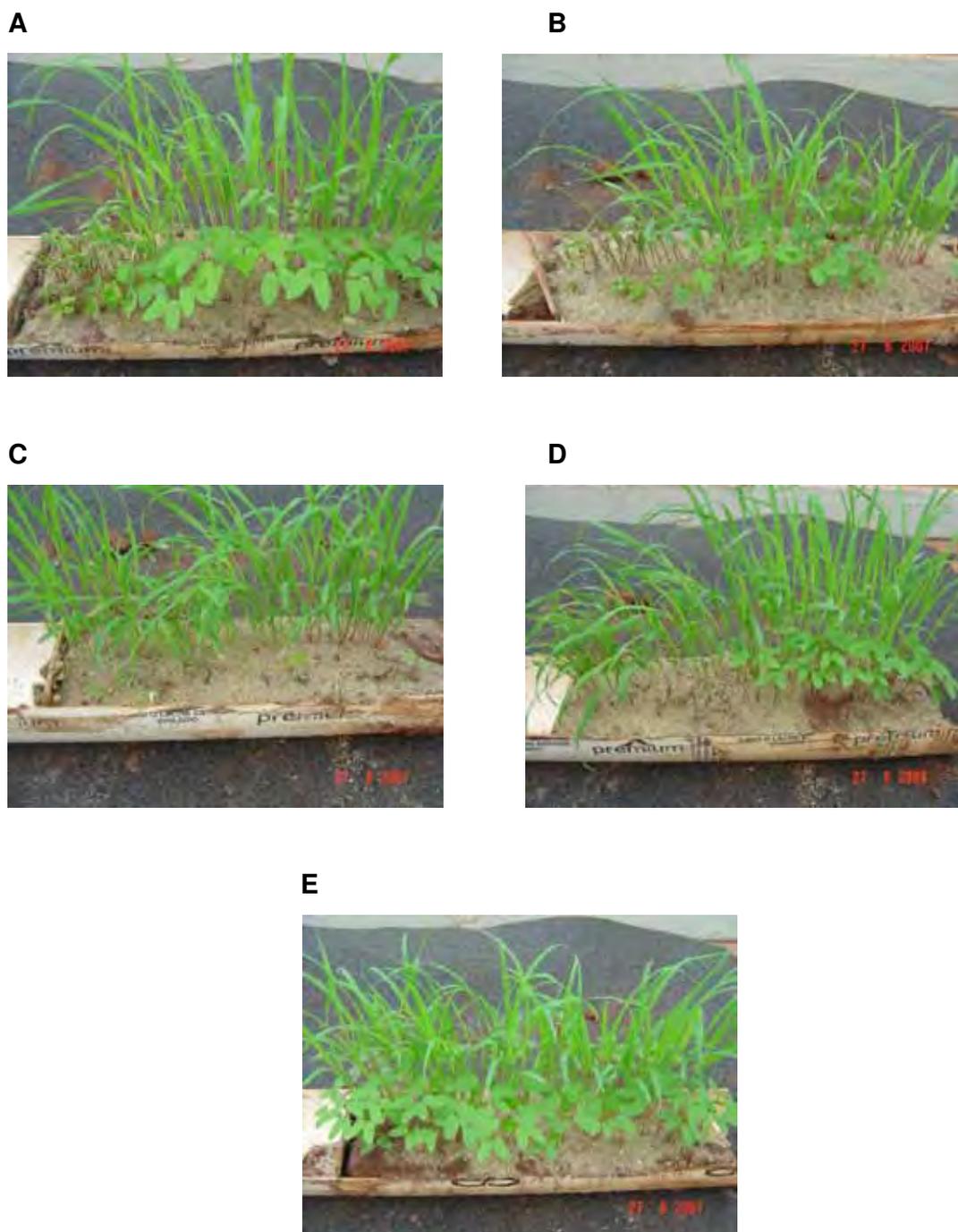


Imagem 2. Sulfentrazone (A), Sulfentrazone + óleo mineral (B), Amicarbazone (C), Amicarbazone + óleo mineral (D) e Testemunha (E), aos 15 DAS, amostrados após 67 mm de precipitação.

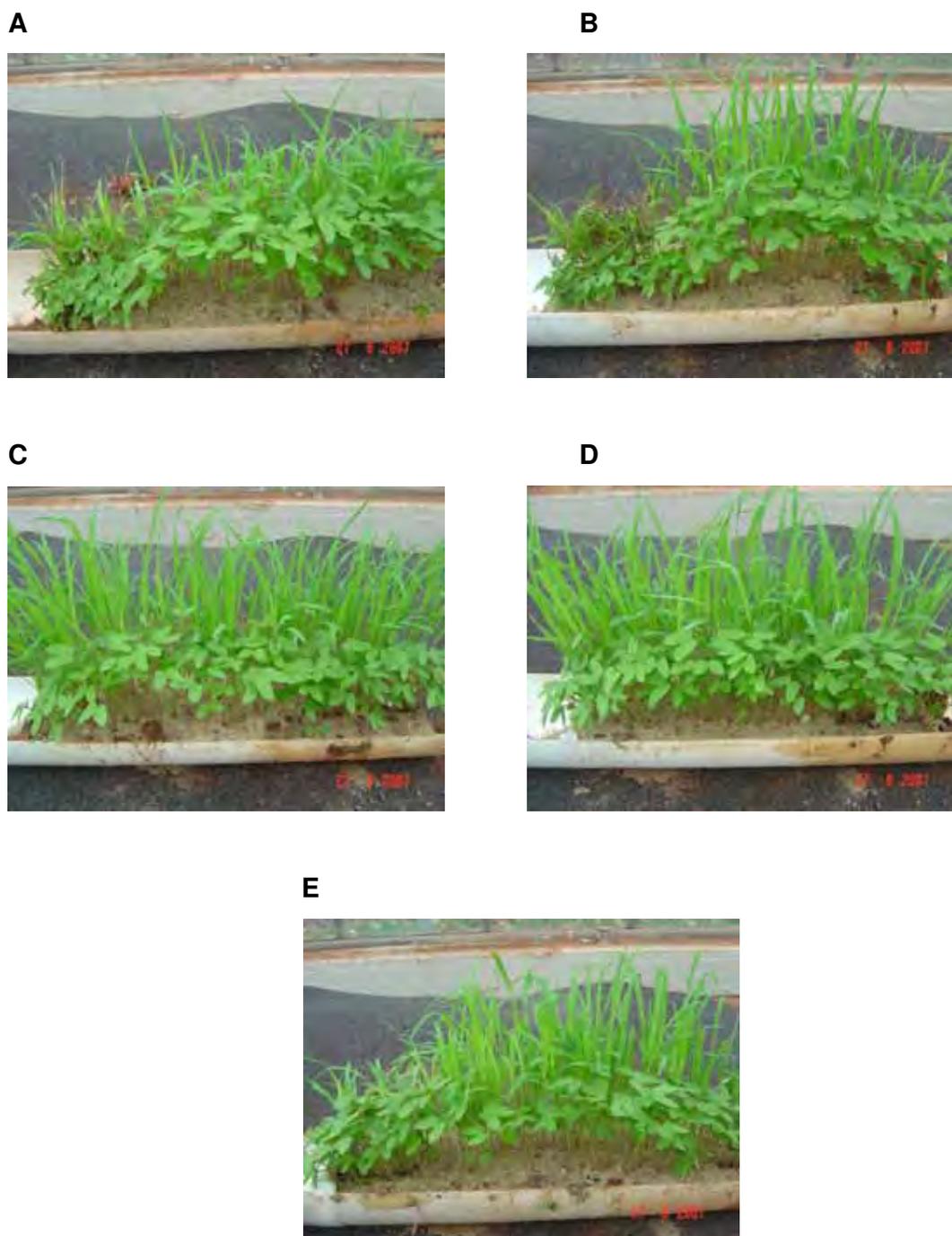


Imagem 3. Sulfentrazone (A), Sulfentrazone + óleo mineral (B), Amicarbazone (C), Amicarbazone + óleo mineral (D) e Testemunha (E), aos 15 DAS, amostrados após 106 mm de precipitação.