

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**TOLERÂNCIA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR A HERBICIDAS
APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA E EFEITOS RESIDUAIS SOBRE VARIEDADES
DE GIRASSOL**

Joseane Rodrigues de Souza

Orientador: Prof. Dr. Dilermando Perecin

Co-orientador: Dr. Carlos Alberto Mathias Azania

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Setembro de 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

S729t Souza, Joseane Rodrigues de
Tolerância de variedades de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência e efeitos residuais sobre variedades de girassol / Joseane Rodrigues de Souza. -- Jaboticabal, 2008
xiii, 75 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Dilermando Perecin
Banca examinadora: José Carlos Rolim, Miguel Ângelo Mutton
Bibliografia

1. *Saccharum* spp. 2. *Helianthus annuus*. 3. Seletividade. 4. Resíduos. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.61:632.954

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSEANE RODRIGUES DE SOUZA - nascida em 15 de Julho de 1976 na cidade de Manaus, Amazonas. Em 2001, ingressou na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA – São Luís, no Curso de Agronomia, graduando-se como Engenheira Agrônoma em julho de 2006, e em Agosto de 2006, ingressou no programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal.

*“ A vida é uma grande
universidade, mas pouco ensina a
quem não sabe ser um aluno.
Devemos ser eternos aprendizes. ”*

Augusto Jorge Cury

*Á Deus, pois sem Ele, nada seria possível.
Aos meus pais José Rosa de Sousa e Luzinete Rodrigues de
Sousa; as minhas irmãs Joselânia Rodrigues de Sousa, Joseline
Rodrigues de Sousa, Josinete Rodrigues de Sousa; aos meus
irmãos José Rosa de Sousa Júnior e José Wendell Rodrigues de
Sousa e meus sobrinhos Pedro Guilherme e Gustavo Henrique pela
força e compreensão em todos os momentos desta e de outras
caminhadas.*

DEDICO

*Ao meu namorado Sebastião, que juntos
consequimos ir mais longe... pelo seu
apoio, dedicação, compreensão, amor,
que foram fundamentais para chegar até aqui.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado uma família maravilhosa.

A meus pais, na pessoa de **José Rosa**, guerreiro e amigo, cuja conduta não tem igual, a **Luzinete Rodrigues**, minha mãe, incentivadora e companheira inigualável e meus irmãos **José Rosa Sousa Júnior**, **José Wendell**, **Joselânia Rodrigues**, **Joseline Rodrigues** e **Josinete Rodrigues**, pela amizade e solidariedade.

A minha querida tia **Eline Guimarães** e meu querido primo **Alexandre Guimarães** (*in memoriam*) que mesmo não estando presente, guiam meus passos e pensamentos. Minha grande avó **Filomena Guimarães** sempre presente nos momentos mais precisos. A **Sebastião Silva**, namorado, amigo e partícipe da minha vida.

Ao **Prof. Dr. Dilermando Perecin** meu orientador, pela receptividade, um profissional exemplar e uma pessoa excepcional, cujos ensinamentos técnicos, com certeza balizarão a minha vida profissional futura.

Ao **Pesquisador Dr. Carlos Alberto Mathias Azania** do Centro de Cana localizado em Ribeirão Preto, meu co-orientador, pela acolhida, pelos ensinamentos que transcenderam as exigências do seu papel e da sua responsabilidade.

Ao **Dr. José Carlos Rolim** e **Prof. Miguel Ângelo Mutton** pela gentileza de participar da banca examinadora e também pelas sugestões apresentadas para a melhoria deste trabalho.

Ao **Centro de Cana – IAC**, pelo uso da infra-estrutura de suas dependências para implantação do ensaio experimental.

Ao **Prof. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves**, pela atenção e disponibilidade de equipamentos determinantes para a realização deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Alberto Cargnelutti Filho**, pelos ensinamentos e incentivos para minha formação profissional durante a sua passagem pela universidade.

Ao **Prof. Dr Rinaldo César de Paula**, pela receptividade e apoio.

Aos demais professores da FCAV/UNESP, pela contribuição intelectual e exemplo profissional.

Aos funcionários e estagiários do Centro de Cana que direta ou indiretamente colaboraram para realização desta etapa na minha vida, cujos nomes e rostos se confundem na hora de agradecer, e em especial **Dorival Rodrigues, Ana Regina Schiavetto e Igor Vanzela** que durante a minha estada nunca se omitiram em esclarecer dúvidas e questionamentos relacionados à condução da pesquisa.

Aos meus amigos **Agmar Gonçalves, Adriana Guirardo, Chistiane Ananias, Eliane Souza, Daniel Carvalho, Delineide Pereira, Francisco Neto, Leandra Matos, Maria José, Maria Rosângela, Renata Meira, Liliam Candido, Lina Maria, Juliana Xavier, Paula Brunini e Priscila Carvalho**, (muito obrigada, sempre, por tudo!), pela sólida amizade, carinho e apoio nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação pela troca de experiências, ensinamentos e bons momentos partilhados.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Exatas: **Juliana, Shirley, Zezé Norival e Kyoto** pela colaboração e amizade.

As bibliotecárias pela atenção e em especial a **Tieko T. Sugahara** pela disponibilidade e correção das referências bibliográficas.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/UNESP), ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas (PG/GMP), pelo apoio e contribuição em minha formação profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Cana-de-açúcar	3
2.1.1. Características da cultura	3
2.1.2. A matoinfestação.....	5
2.1.3. Seletividade de herbicidas e tolerância de variedades.....	6
2.1.4 Mecanismo de a�o dos herbicidas	9
2.2. A cultura do girassol.....	11
2.2.1. Características da cultura	11
2.2.2. Resíduos de herbicidas na cultura	12
2.2.3. Persistência e comportamento dos herbicidas no solo.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Tolerância de variedades de cana-de-a�o a herbicidas.....	16
3.1.1. Caracteriza�o local	16
3.1.2. Variedades utilizadas	17
3.1.3. Herbicidas utilizados.....	19
3.1.4. Delineamento experimental	22
3.1.5. Tecnologia de aplica�o	23
3.1.6 Atributos avaliados e metodologia empregada.....	23
3.2. Tolerância de variedades de girassol aos efeitos residuais de herbicidas no solo.....	25
3.2.1. Caracteriza�o do local e do solo utilizado	25
3.2.2. Herbicidas e a coleta de solo.....	25
3.2.3. Variedades de girassol	26
3.2.4. Delineamento experimental e tratamentos	26
3.2.5. Atributos avaliados	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Tolerância das variedades de cana-de-a�o a herbicidas	28

4.1.1. Condições climáticas durante a condução do experimento.....	28
4.1.2. Sintomas visuais de intoxicação.....	29
4.1.3. Teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila <i>a</i> (F_v/F_m)	31
4.1.4. Altura e estande	32
4.1.5. Diâmetro dos colmos, qualidade tecnológica e produção de colmos	36
4.2. Tolerância de variedades de girassol aos efeitos residuais de herbicidas no solo.....	38
4.2.1. Percentagem de germinação de sementes, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência das plântulas	38
4.2.2. Sintomas visuais de intoxicação, teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila <i>a</i>	40
4.2.3 Número de folhas, altura e massa seca	42
5.CONCLUSÕES.....	47
6.REFERÊNCIAS.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Herbicidas que foram utilizados no experimento.	23
Tabela 2	Escala percentual utilizada para avaliação dos sintomas visuais de intoxicação nas plantas.	24
Tabela 3	Precipitações e temperaturas médias ocorridas nos últimos dezessete anos e durante a condução do experimento.	29
Tabela 4	Notas dos sintomas visuais de intoxicação das seis variedades de cana-de-açúcar proporcionados por herbicidas aos 15, 30 e 60 DAA (dias após aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	33
Tabela 5	Teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila <i>a</i> (F_v/F_m) das seis variedades de cana-de-açúcar obtidos aos 15, 30 e 60 DAA (dias após aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	34
Tabela 6	Altura (cm) e estande (colmos m^{-1}) das seis variedades de cana-de-açúcar obtidos aos 30, 60, 90 e 180 DAA e aos 30, 90 e 180 DAA (dias após aplicação), respectivamente. Ribeirão Preto, 2007/2008.	35
Tabela 7	Diâmetro de colmos (cm), qualidade tecnológica (teores em %) de brix, pureza, pol, açúcares redutores - AR, açúcar total recuperado - ATR e fibra e produção de colmos ($t\ ha^{-1}$) das seis variedades de cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, 2007/2008.	37
Tabela 8	Porcentagem de germinação de sementes, velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de girassol aos 15 DAS (dias após a semeadura) cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	39
Tabela 9	Notas dos sintomas visuais de intoxicação observados aos 15 DAS (dias após a semeadura) em variedades de girassol cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	41

Tabela 10	Teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila <i>a</i> (F_v/F_m), das variedades de girassol mensurados aos 30 DAS (dias após a semeadura) cultivadas em solo com aplicação de herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	42
Tabela 11	Número de folhas das plantas de girassol cultivadas em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	45
Tabela 12	Altura (cm) das variedades de girassol cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	46
Tabela 13	Massa seca inicial e final (g) avaliados aos 15 e 50 DAS (dias após a semeadura) das variedades de girassol cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.	47

TOLERÂNCIA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR A HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA E EFEITOS RESIDUAIS SOBRE VARIEDADES DE GIRASSOL

RESUMO - O experimento foi conduzido no Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas, localizado no município de Ribeirão Preto, SP, com o objetivo de avaliar a tolerância de variedades de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência da cultura e o efeito residual no solo sobre variedades de girassol. O primeiro estudo foi desenvolvido em campo no delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com 36 tratamentos em quatro repetições. Foram utilizadas as variedades IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046, IACSP94-4004, RB72454 e a IAC 86-2480, alocadas nas parcelas. Os herbicidas foram constituídos pela mistura pronta de diurom (1170 g ha^{-1}) + hexazinona (330 g ha^{-1}), diurom (1865 g ha^{-1}) + hexazinona (234 g ha^{-1}), metribuzim, tebutiurum, amicarbazona e uma testemunha, alocados nas sub-parcelas. Os herbicidas foram aplicados sobre a palha oriunda da colheita da cana-de-açúcar em pré-emergência das plantas daninhas e pós-emergência inicial da cultura, sendo todas as parcelas mantidas na ausência de plantas daninhas durante todo período experimental. Foram avaliados aos 15, 30 e 60 DAA (dias após aplicação) sintomas visuais de intoxicação, teor relativo de clorofila total e a razão de fluorescência da clorofila *a*; medições de altura foram feitas aos 30, 60, 90 e 180 DAA e de estande aos 30, 90 e 180 DAA. Por ocasião da colheita aos 330 DAA foram avaliados o diâmetro dos colmos, os teores de brix, pureza, pol, açúcares redutores (AR)%caldo, fibra%cana, açúcar total recuperado (ATR) e produção dos colmos (t ha^{-1}). O segundo estudo foi desenvolvido em condições controladas (vasos) com o solo coletado na camada arável, após prévio tratamento com os mesmos herbicidas utilizados no primeiro experimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 12 tratamentos em quatro repetições em esquema fatorial 2 x 6, sendo duas variedades de girassol (Uruguai e IAC Iarama), cinco herbicidas e uma testemunha. Os vasos (750 mL) foram preenchidos com solo proveniente do campo aos 30 e 90 DAA. O efeito residual dos herbicidas foi avaliado nas plantas de girassol

aferindo-se aos 15 DAS (dias após a semeadura) a percentagem de germinação das sementes, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência das plântulas, sintomas visuais de intoxicação, altura e massa seca inicial das plântulas. Aos 30 DAS foram mensurados o teor relativo de clorofila total e a razão de fluorescência da clorofila *a*, altura e o número de folhas. E por fim, aos 50 DAS foi mensurada altura, número de folhas e a massa seca final das plantas. Os dados obtidos de ambos os estudos foram submetidos à análise de variância (teste F), para os vários contrastes de interesse, e as médias comparadas por meio do teste de Tukey com nível de significância de 5%, exceto para a produção de colmos que utilizou-se 10% de probabilidade. As variedades IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046, IACSP94-4004, RB72454 e IAC 86-2480 não foram prejudicadas pelos herbicidas, apenas apresentaram diferenças inerentes à própria genética. Em todas as variedades observou-se apenas leves sintomas de intoxicação na fase inicial de desenvolvimento e não se constatou nenhum prejuízo ao aparato fotossintético, avaliado pelo teor relativo de clorofila total, mas quando avaliado pela razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m) apresentou redução que não foi suficiente para prejudicar a altura, estande, qualidade tecnológica e produção das diferentes variedades de cana-de-açúcar estudadas. O solo tratado com os herbicidas apresentou indícios de resíduo até 90 dias após a aplicação, devido aos sintomas de intoxicação e aos prejuízos observados sobre a altura, número de folhas e massa seca das plantas de girassol das variedades Uruguai e IAC Iarama.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., *Helianthus annuus* L., seletividade, resíduos.

**TOLERANCE OF VARIETY OF SUGARCANE OF THE HERBICIDES SPRAYED AT
POST-EMERGENCY OF CULTURE AND EFFECTS RESIDUAL ON VARIETY
SUNFLOWER**

SUMMARY - The experiment was conducted at the Centro the Cane Agronomic Institute of Campinas, located in the city of Ribeirão Preto, SP, to evaluate the tolerance of varieties of sugarcane to herbicides sprayed at post-emergence of culture and the residual effects on sunflower varieties. The first study was carried out was the randomized blocks, in subdivided parcels with 36 treatments and four replications. We used the varieties IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046, IACSP94-4004, RB72454 and IAC 86-2480, allocated in plots. The herbicides were made by mixing ready to diuron (1170 g ha^{-1}) + hexazinone (330 g ha^{-1}), diuron (1865 g ha^{-1}) + hexazinone (234 g ha^{-1}), metribuzin, tebuthiuron and amicarbazone and a control, allocated in the sub-plots. The herbicides were applied on the straw come the harvest of sugarcane in pre-emergence of weeds and post-emergence of the original culture, and all the parcels held in the absence of weeds throughout the trial period. Were evaluated at 15, 30 and 60 DAA (days after application) symptoms of visual intoxication, on the total chlorophyll of fluorescence ratio of chlorophyll *a*. The height measures were done at 30, 60, 90 and 180 DAA and stand for 30, 90 and 180 DAA. To initial growth to 330 DAA were evaluate the diameter of the culms, the levels of brix, purity, pol, reducing sugars (AR)%, fiber% cane, sugar total recoverable (ATR) and production of culms (t ha^{-1}). The second study was conducted under controlled conditions (pots) with the soil collected in the arable layer, after prior treatment with the same herbicides used in the first experiment. The experimental design was completely randomized with 12 treatments in four replications in a factorial 2 x 6, and two varieties of sunflower (Uruguai and IAC Iarama), five herbicides and a control. The pots (750 ml) were filled with soil from the experiement the first stage with 30 and 90 DAA. The residual effect of herbicides was evaluated by planting sunflower checking up of the 15 DAS (days after sowing) the percentage of germination seeds, emergence speed index germination seed ration of germination, symptoms of visual intoxication, height and weight initial dry mass of the seedlings. Were measured at 30 of the total chlorophyll of fluorescence ratio of

chlorophyll *a*, height and number of leaves. And finally, at 50 DAS was measured height, number of leaves and dry mass end of the plants. The data obtained from both studies were submitted to the analysis of variance (test F), for several contrasts of interest, and averages compared using the Tukey test with a significance level of 5%, except for the production of culms you used up 10% probability. The varieties IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046, IACSP94-4004, RB72454 and IAC 86-2480 were not affected by herbicides, only showed differences inherent in the genetic. In all varieties was observed only almost symptoms of intoxication at the initial stage of development and not found any damage to the photosynthetic apparatus, measured by the relative chlorophyll content total, but when measured by the ratio of fluorescence of chlorophyll *a* (F_v/F_m) showed that reduction was not enough to harm the height, stand, technological quality and production of different varieties of sugarcane studied. The soil treated with herbicides showed signs of waste up to 90 days after application, due to symptoms of intoxication and injury observed on the height, number of leaves and dry weight of plant sunflower varieties of Uruguai and IAC Iarama.

Key words: *Saccharum* spp., *Helianthus annuus* L., selectivity, residues.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se dentre as mais cultivadas no Brasil em função da matéria-prima que é fornecida para a indústria sucroalcooleira. Para a safra 2008/09, a estimativa para produção na Região Centro-Sul, região que concentra 86% da produção nacional de cana moída, deverá atingir 498,1 milhões de toneladas, um crescimento de 16% em relação à safra 2007/2008, quando foram moídas 431,2 milhões de toneladas de cana. A produção de açúcar chegará a 28,6 milhões de toneladas, 9% acima do obtido na safra anterior, cuja produção foi de 26,2 milhões de toneladas. A produção total de álcool deverá atingir 24,3 bilhões de litros, 19% a mais em relação aos 20,3 bilhões de litros registrados na safra 2007/08 (ÚNICA, 2008).

A produtividade da cana-de-açúcar é negativamente influenciada, dentre outros fatores, pela presença de plantas daninhas (GRACIANO & RAMALHO, 1983) e dentre as estratégias de manejo destas está utilização de herbicidas. Atualmente os registrados para a cultura são seletivos às plantas de cana-de-açúcar (AZANIA & AZANIA, 2005), mas a tolerância às moléculas desses herbicidas é específica do metabolismo de cada variedade (AZANIA et al., 2008).

A seletividade é a capacidade de um determinado herbicida em eliminar as plantas daninhas que se encontram em uma cultura, sem reduzir-lhe a produtividade e a qualidade do produto final obtido (NEGRISOLI et al., 2004). De acordo com VELINI et al. (1993) a cultura da cana-de-açúcar pode tolerar até 27% de comprometimento da sua área foliar devido às aplicações de herbicidas, sem prejuízos à produtividade.

ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982a) relataram que as diversas variedades de cana-de-açúcar apresentam características morfológicas e fisiológicas diferenciais, sendo provável que ocorram alterações de comportamento quanto a sua tolerância a herbicidas específicos. FERREIRA et al. (2005a) observaram que diferentes variedades de cana-de-açúcar têm apresentado respostas diferenciadas aos herbicidas, tendo como conseqüências freqüentes problemas de sintomas de intoxicação, chegando a ocasionar redução na produtividade do canavial.

Em decorrência da posição de destaque que ocupa na economia a cultura da cana está freqüentemente inserida em programas de melhoramento de espécies

cultivadas visando à introdução de características de interesse agrônomo, como resistência a pragas e patógenos, aumento no teor de sacarose e a tolerância a herbicidas (CIDADE et al., 2006). Os benefícios potenciais que podem advir do desenvolvimento de variedades tolerantes a herbicidas foi relatado por HARRISON (1992), tais como, o aumento na margem de segurança dos herbicidas, reduzindo as perdas devido às injúrias; introdução de novos herbicidas para uso em culturas anteriormente susceptíveis; redução do risco de dano às culturas pelo efeito residual de herbicidas usados na cultura anterior.

De acordo com a estrutura química e das condições edafoclimáticas, os herbicidas podem ser totalmente degradados ou podem deixar resíduos no solo que podem prejudicar o crescimento e o desenvolvimento das culturas em sucessão (KARAM, 2003). A utilização de plantas bioindicadoras da presença de resíduos de herbicidas permite complementar os métodos químicos de análise de resíduos, pois espécies sensíveis podem detectar tanto a presença de resíduos do ingrediente ativo assim como de seus metabólitos secundários ou não, normalmente não detectados nos métodos analíticos (ROSENTHAL et al., 2008).

Nas soqueiras, se a aplicação de herbicidas é feita na época seca, é fundamental que o herbicida apresente características físico-químicas que permitam sua disponibilidade para o controle até que as precipitações se regularizem, conseqüentemente o produto deve ter efeito residual suficiente para suportar o período seco até o início das chuvas (CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

A utilização de herbicidas no manejo que permite efeito residual no solo pode ser uma alternativa para reduzir a infestação de plantas daninhas na cultura implantada e, conseqüentemente, proporcionar economia nos custos de controle das plantas daninha (CARVALHO et al., 2002).

No entanto, essa residualidade dos herbicidas tem provocado sintomas de intoxicação em culturas sensíveis plantadas após a sua utilização (PIRES et al., 2003a).

Dessa forma o objetivo do trabalho foi avaliar a tolerância das variedades de cana-de-açúcar aos herbicidas aplicados em pós-emergência inicial da soqueira e o efeito residual no solo sobre variedades de girassol.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cana-de-açúcar

2.1.1. Características da cultura

A cana-de-açúcar teve sua origem na Ásia e se disseminou ao longo de muitos séculos, para várias ilhas do sul do Oceano Pacífico, Indochina, Arquipélago da Malásia e Bengala, aparecendo como planta produtora de açúcar na Índia tropical. Com o surgimento, entre os Persas, das técnicas de produção do açúcar foram estabelecidas as “rotas do açúcar” entre os países asiáticos e africanos. As conquistas árabes disseminaram a cana-de-açúcar pela região do mediterrâneo. A partir do mediterrâneo, os portugueses e espanhóis introduziram a cana-de-açúcar nas ilhas de Cabo Verde, Canárias, Madeira, São Tomé e na África Ocidental.

Em 1493, Cristóvão Colombo, em sua segunda expedição, introduziu essa cultura nas Américas, notadamente na Região das Antilhas e em Santo Domingo, de onde se irradiou para Cuba, México e Peru. Em 1532, Martim Afonso de Souza introduziu no Brasil as primeiras mudas de cana-de-açúcar provenientes da Ilha da Madeira, impulsionando a formação dos primeiros engenhos açucareiros no Brasil (LANDELL et al., 2006).

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, pertencente à tribo Andropogoneae, família gramínea (Poacea) e gênero *Saccharum* (MATSUOKA et al., 2005). O desenvolvimento das plantas ocorre em forma de touceira, sendo a parte aérea formada por colmos, folhas e inflorescências, enquanto a subterrânea é constituída por raízes e rizomas (CESNIK & MIOCQUE, 2004). As características varietais definem a altura, número e diâmetro dos colmos, comprimento, largura e arquitetura das folhas, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados também pelo clima, manejo e práticas culturais utilizadas (RODRIGUES, 1995).

Planta de metabolismo fotossintético C_4 , a cana-de-açúcar é considerada altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química, com taxas fotossintéticas calculadas em até 100 mg de CO_2 fixado por dm^2 de área foliar por hora.

Entretanto, esta alta atividade fotossintética não se correlaciona diretamente com a elevada produtividade de biomassa. A grande capacidade da cana-de-açúcar, para a produção de matéria orgânica, reside na alta taxa de fotossíntese por unidade de superfície de terreno, que é influenciado pelo Índice de Área Foliar (IAF). Além disso, o longo ciclo de crescimento da planta resulta em elevadas produções de matéria seca (RODRIGUES, 1995).

As condições climáticas ao desenvolvimento da cultura constitui-se por período quente e úmido com alta radiação solar durante a fase de crescimento, além de um período seco e mais frio nas fases de maturação e colheita. A temperatura do ar também interfere no desenvolvimento da cultura, sendo que abaixo de 25 °C o crescimento é lento, entre 30 a 34 °C é máximo, acima de 35 °C torna-se novamente lento e praticamente nulo a temperatura superior a 38 °C.

O florescimento está diretamente ligado à temperatura, ao comprimento do dia, à umidade do solo e a variedade da planta. A cana-de-açúcar precisa de 12 a 12,5 horas de fotoperíodo (intervalo de tempo entre a aurora e o crepúsculo) para induzir o florescimento (AGRIANUAL, 2007).

As regiões produtoras tradicionais têm um total anual de chuvas entre 1.000 e 1.600 mm, contudo não é apenas o total anual que importa, a distribuição das chuvas é fundamental. No período vegetativo a cultura requer chuvas abundantes, mas na maturação, o período seco favorece o maior acúmulo de sacarose (AGRIANUAL, 2007).

A cultura da cana-de-açúcar tem exercido importante papel na economia brasileira, principalmente, por consequência da grande produção alcançada nos últimos anos. A importância desse setor na sociedade brasileira é demonstrada pelas exportações de açúcar que colaboram com o equilíbrio da balança comercial e pelo grande potencial na geração de empregos diretos e indiretos. Segundo o AGRIANUAL (2007) o Estado de São Paulo possui 400 mil empregos diretos e 800 mil indiretos.

O Brasil é o país líder mundial nas agroindústrias de açúcar e álcool, sendo também o único a usar este produto de forma exclusiva como combustível alternativo de veículos (MATSUOKA et al., 2005).

2.1.2. A matoinfestação

A matoinfestação é considerada no setor agrícola como um dos problemas mais agravantes, pois interfere diretamente no desenvolvimento e produção da cultura da cana-de-açúcar (AZANIA, 2000). Existem inúmeras espécies daninhas, que apresentam variadas características morfológicas e fisiológicas, que lhes conferem comportamentos diferentes em relação a herbicidas (SOUZA et al., 2002). Estima-se que existam cerca de 1.000 espécies de plantas daninhas que habitam os solos cultivados com cana-de-açúcar sendo distribuídas nas mais distintas regiões do mundo (CHRISTOFFOLETI et al., 2007). Segundo AZANIA et al. (2006a) dentre as plantas daninhas mais importantes nas áreas de cana-de-açúcar no Brasil destacam-se: tiririca (*Cyperus* spp.), grama-seda (*Cynodon dactylon*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-camalote (*Rottboelia exaltata*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e caruru (*Amaranthus* spp.).

A competição exercida pelas plantas daninhas com a cultura da cana-de-açúcar depende da interação de uma série de fatores ligados às plantas daninhas e à própria cana-de-açúcar, sofrendo também influência das condições climáticas, que irão condicionar o perfilhamento e o bom desenvolvimento da cultura, bem como selecionar a comunidade de plantas daninhas (ROLIM & CHRISTOFFOLETI, 1982b).

A intensidade do grau de interferência normalmente é avaliada por meio de decréscimos na produção. Tais decréscimos são conseqüências da competição pelos fatores de crescimento disponíveis, da liberação de substâncias alelopáticas e, de forma indireta, pelo fato de as plantas daninhas serem hospedeiros intermediários de pragas e doenças, além de dificultarem a realização de tratos culturais e a colheita (PITELLI, 1985).

As características próprias da cultura da cana-de-açúcar (perfilhamento e porte) favorecem o prolongamento do período de convivência e conseqüente interferência, quando comparada com as culturas do milho e da soja. Pesquisas para a situação de cana-planta indicam que o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) situa-se, em média, entre 30 e 100 dias após o plantio (ROLIM & CHRISTOFFOLETI, 1982b).

Poucos estudos foram realizados para a cultura em condição de soqueira, porém acredita-se que o PCPI se localiza entre 30 a 100 dias na soca-seca e de 30 a 60 dias na soca-úmida após a emergência da cultura. O conhecimento do PCPI é uma ferramenta fundamental para a escolha do herbicida, da dose e efeito residual do mesmo (CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

Estima-se que haja uma redução de 12 a 72% na produção de cana, dependendo da severidade da infestação (NETAFIM, 2008). Segundo dados da ANDEF (1987), as perdas mundiais de produção de cana-de-açúcar ao ano devido à interferência das plantas daninhas são de 15%; entretanto, em clima tropical, como do Brasil, as perdas podem chegar a 83%.

Diante das constantes mudanças no sistema de produção da cana-de-açúcar, com a adoção de novos espaçamentos e variedades e variações nas condições de cultivo, exigem a realização de estudos de períodos de interferência com maior frequência e em diferentes locais e épocas do ano, visando adequar as práticas de manejo de plantas daninhas, reduzir as perdas e o impacto ao meio ambiente provocado pelo uso inadequado de medidas de controle (KUVA et al., 2003).

2.1.3. Seletividade de herbicidas e tolerância de variedades

Para evitar perdas provocadas pelas plantas daninhas devem-se adotar medidas eficientes de manejo. Estas devem ser feitas da forma mais racional possível, integrando medidas culturais, mecânicas e químicas, sendo esta última a que resulta em melhores índices de controle (CHRISTOFFOLETI et al., 2007). O controle químico por meio da aplicação de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar tem sido o principal método de controle das plantas daninhas, tanto na condição de pré ou pós-emergência destas plantas (HERNANDEZ et al., 2001).

Os objetivos principais do controle químico é a obtenção da máxima eficácia de controle das plantas daninhas, com alta seletividade para a cultura, de forma que possibilite menor custo aos produtores, além de minimizar os efeitos ambientais. Os herbicidas atualmente em uso na cultura da cana-de-açúcar apresentam variações específicas quanto ao grau de seletividade para a cultura, que depende da dose e

época de aplicação, condições edafoclimáticas e estágio fenológico, além das condições fisiológicas e bioquímicas da cultura (CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

A cada safra, os herbicidas vêm se tornando a principal ferramenta utilizada no manejo integrado das plantas daninhas (MIPD), destacando-se o custo, o rendimento operacional e a alta seletividade dos herbicidas à cultura são as principais razões para o aumento da sua utilização (PROCÓPIO et al., 2004). Para controlar as plantas daninhas e evitar os possíveis prejuízos à cultura da cana-de-açúcar, muitos herbicidas com diferentes ingredientes ativos e formulações estão registrados para uso no Brasil (MAPA, 2008).

A seletividade de herbicidas é considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Uma vez que a base da seletividade aos herbicidas é o nível diferencial de tolerância das culturas e das plantas daninhas a um tratamento específico. A seletividade trata-se, portanto, de um fator relativo, e não absoluto e particularmente característico para uma determinada interação herbicida-planta x planta daninha-cultura x condições edafoclimáticas. (OLIVEIRA JUNIOR, 2008a).

Segundo SILVA et al. (2003) um dado herbicida é seletivo quando aplicado em diferentes variedades e este não causa a morte das plantas da cultura, mas pode causar desde sintomas de intoxicação visuais até redução da produção em intensidades diferentes e específicas para cada variedade. Nesse sentido, CONSTANTIN (2001) também comentou que um herbicida seletivo é aquele que é mais tóxico para algumas plantas do que para outras, considerando uma faixa específica de doses, método de aplicação e condições ambientais antes e após aplicação.

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola, sendo considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação. O conhecimento a respeito da seletividade de um herbicida é um pré-requisito básico para seu uso ou recomendação, uma vez que revela quais as plantas que ele afeta e quais são menos sensíveis ao produto (OLIVEIRA JUNIOR, 2008c).

Na prática, segundo OLIVEIRA JUNIOR (2008a) pode-se dizer que a seletividade dos herbicidas para as plantas depende da interação de diferentes fatores classificados em três categorias: i) fatores relacionados às características do herbicida ou ao método de aplicação (dose, formulação, localização espacial ou temporal do herbicida em relação à planta); ii) fatores relacionados às características das plantas (diferenças fisiológicas e morfológicas entre espécies de plantas, seletividade associada à retenção e absorção diferencial - superfície e ângulo de inserção foliar, forma, número e arranjo do dossel; idade das plantas, cultivar, tamanho da semente ou estrutura de propagação vegetativa, seletividade associada à translocação diferencial e; seletividade associada ao metabolismo diferencial -destoxificação; iii) antídotos ou “safeners”.

As plantas das culturas apresentam sintomas de intoxicação que podem variar desde muito leves até muito severos, mas com total recuperação, na maioria das vezes. Entretanto, CONSTANTIN (2001), comentou que em alguns casos os sintomas de intoxicação não são detectados visualmente, mas causam perdas de produtividade. O autor também sugeriu que deve-se evitar ensaios que envolvam o estudo da eficiência e seletividade de herbicidas ao mesmo tempo, devido comprometer as avaliações específicas sobre a seletividade.

Segundo OLIVEIRA JUNIOR (2008a) o metabolismo diferencial ou destoxificação dos herbicidas pelas plantas é provavelmente o mais comum dos mecanismos que contribuem para a seletividade de herbicidas nas plantas. Uma planta capaz de tolerar um herbicida através deste mecanismo é capaz de alterar ou degradar a estrutura química do herbicida através de reações que resultam em substâncias não tóxicas. Plantas que não possuem a habilidade de destoxificar um determinado herbicida são mortas enquanto plantas tolerantes que possuem esta capacidade escapam.

A tolerância de variedades a herbicidas seria a capacidade inata de algumas espécies em sobreviver e reproduzir após o tratamento herbicida mesmo sofrendo injúrias e está relacionada com a variabilidade genética natural da espécie (CARDOSO et al., 2004). CASAGRANDE (1991) relatou que existe uma diferença de comportamento entre as variedades, em relação à sensibilidade a produtos e doses. O autor comentou que a aplicação em pré-emergência da cana-de-açúcar e das plantas

daninhas proporciona melhores resultados, tanto no controle das plantas daninhas, quanto nos efeitos sobre a planta de cana-de-açúcar.

A sensibilidade de 11 variedades (SP80-1842, SP79-1011, SP81-3250, SP80-1816, RB855113, RB835486, RB845210, RB867515, RB928064, RB72454 e RB855536) e quatro clones (RB947643, RB855002, RB957712 e RB957689) de cana-de-açúcar a herbicidas em campo foi estudada por FERREIRA et al. (2005a). Os autores verificaram que o cultivar RB867515 apresentou-se tolerante às menores doses (1,00 e 2,00 kg ha⁻¹) do herbicida trifloxissulfurom-sódico (18,5 g kg⁻¹) + ametrina (731,5 g kg⁻¹), porém, na maior dose testada (6,00 kg ha⁻¹), o herbicida reduziu o acúmulo de massa seca da parte aérea, a altura, a área foliar e o número de folhas.

2.1.4 Mecanismo de ação dos herbicidas

A atividade biológica de um herbicida na planta ocorre de acordo com a absorção, translocação, metabolismo e a sensibilidade da planta ao herbicida e, ou, a seus metabólitos. O simples fato de um herbicida atingir as folhas e, ou, ser aplicado no solo não é suficiente para que ele exerça a sua ação. Para tanto há necessidade de que ele penetre na planta, transloque e atinja a organela onde irá atuar (FERREIRA et al., 2005b).

Segundo OLIVEIRA JUNIOR (2008c) conhecer o mecanismo de ação requer estudo que envolva aspectos relacionados à química, bioquímica e fisiologia vegetal. Embora o conhecimento a respeito do mecanismo de ação de um herbicida não implique diretamente em um melhor nível de controle de plantas daninhas, ele provê uma ferramenta fundamental no entendimento dos mecanismos de seletividade, comportamento dos herbicidas nas plantas e no ambiente e o efeito dos fatores ambientais na eficiência desses produtos a campo.

Um mesmo herbicida pode influenciar vários processos metabólicos na planta, entretanto a primeira lesão biofísica ou bioquímica que ele causa na planta é caracterizada como o seu mecanismo de ação. A seqüência de todas as reações até a ação final do produto na planta caracteriza o seu modo de ação. É imprescindível o conhecimento do mecanismo de ação de cada herbicida para se trabalhar com

segurança e prevenir o aparecimento de plantas resistentes a herbicidas (FERREIRA et al., 2005b).

Os herbicidas que tem como mecanismo de ação a inibição da fotossíntese são considerados inibidores do transporte de elétrons, uma vez que resultam na remoção ou inativação de um ou mais carregadores intermediários do transporte de elétrons. Esses herbicidas dividem-se em dois grupos distintos: o primeiro, mais numeroso, atua sobre o fotossistema II, inibindo a reação de Hill (evolução do oxigênio a partir da água na presença de cloroplastos e de um acceptor adequado de elétrons). O segundo grupo atua como falso acceptor de elétrons no fotossistema I, e causa sintomas distintos dos herbicidas do primeiro grupo (OLIVEIRA JUNIOR, 2008b).

O local de ação dos herbicidas que atuam sobre o fotossistema II é na membrana do cloroplasto, onde ocorre a fase luminosa da fotossíntese, mais especificamente no transporte de elétrons. Uma planta é suscetível aos herbicidas inibidores da fotossíntese se o herbicida se acopla ao composto QB componente do sistema fotossintético e assim, impossibilita a ocorrência do transporte do elétron até a plastoquinona. Dessa forma não existe a produção do ATP, pois o transporte de elétrons é interrompido, bem como a produção de $NAPH_2$ (NICOLAI & CHRISTOFOLLETI, 2008).

As plantas que recebem aplicações desses herbicidas apresentam clorose foliar e tem o seu crescimento inibido (COUTINHO et al., 2005). Para FERREIRA et al. (2005b) além da clorose foliar ocorrem rompimentos na membrana citoplasmática celular como consequência da peroxidação de lipídios causada pela ação dos radicais tóxicos (clorofila triplet e oxigênio singlet). Segundo KISSMANN (2008) alguns produtos sofrem desativação fisiológica em plantas tolerantes. Por exemplo, triazinas são desativadas em plantas de milho. Em muitos casos, quando a aplicação é de pré-emergência, a seletividade depende do posicionamento do herbicida em relação com as raízes das plantas.

Em condições normais, sem a interferência de herbicidas inibidores fotossintéticos, durante a fase luminosa da fotossíntese, a energia luminosa capturada pelos pigmentos (clorofila e carotenóides) é transferida para um “centro de reação” especial (P680), gerando um elétron “excitado”. Este elétron é transferido para uma

molécula de plastoquinona presa a uma membrana do cloroplasto (Qa). A molécula da plastoquinona “Qa” transfere o elétron, por sua vez, para uma outra molécula de plastoquinona, chamada “Qb”, também presa na proteína. Quando um segundo elétron é transferido para a plastoquinona “Qb”, a quinona reduzida torna-se protonada (dois íons de hidrogênio são adicionados), formando uma plastoidroquinona (QbH₂), com baixa afinidade para se prender na proteína (FERREIRA et al., 2005b).

O mecanismo dos herbicidas nas plantas foi relatado por COLE (1994) e ocorre em quatro fases: fase I (transformação) é caracterizada pela alteração na estrutura química do herbicida, causada por reações de oxidação, redução e hidrólise. Na fase II (conjugação) muitos herbicidas são rapidamente conjugados ao açúcar por ponte glicosídica e conseqüentemente catalisado pela glicosiltransferase. Os herbicidas podem ser também conjugados a glutatona pela glutatona-Stransferase, resultando, assim, em conjugados menos fitotóxicos e mais solúveis em água. Na fase III (compartimentalização) ocorre o transporte do herbicida para dentro do vacúolo ou matriz extracelular e na fase IV há o processamento completo desses compostos.

2.2. A cultura do girassol

2.2.1. Características da cultura

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Compositae, originária do continente americano. Atualmente, o girassol é cultivado em todos os continentes, em uma área que atinge 18 milhões de hectares. Destaca-se como a quarta oleaginosa em produção de grãos e a quinta em área cultivada no mundo. O girassol é uma cultura que se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, podendo, no Brasil, ser cultivada desde o Rio Grande do Sul até o Estado de Roraima, no hemisfério norte. Em função da disponibilidade hídrica e da temperatura característica de cada região pode ser cultivado como primeira cultura, aproveitando o início das chuvas (inverno-primavera), ou como segunda cultura (verão-outono), aproveitando o final das chuvas (LEITE et al., 2007).

É uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes como maior resistência à seca, ao frio e ao calor do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo. Graças a essas características, apresenta-se como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (CASTRO et al., 1997).

Outro aspecto que a cultura do girassol pode proporcionar é a melhoria das condições químicas, físicas e microbiológicas do solo. Essas características têm proporcionado resultados no aumento da produção de outras culturas, a exemplo, do milho e soja, que têm apresentado aumento médio de 30% e 15% na produção, respectivamente (IAC, 2007a). De acordo com LEITE et al. (2007) o girassol é uma cultura que melhora a qualidade do solo porque promove a ciclagem de nutrientes ao longo do perfil do solo, disponibilizando nutrientes pela mineralização dos restos culturais, com posterior benefício ao desenvolvimento e a melhoria do estado nutricional das culturas subseqüentes.

Segundo dados do IAC (2007a) quando se faz o uso de herbicidas deve-se ter cuidado em saber qual produto foi usado na cultura anterior ao girassol, pois dependendo do produto o tempo pode não ser suficiente para ocorrer a degradação do herbicida. Assim, resíduos tóxicos no solo podem causar danos severos à cultura do girassol, que possivelmente pode ter seu estande como a característica mais afetada.

2.2.2. Resíduos de herbicidas na cultura

Os herbicidas devem ser usados de forma técnica e criteriosa sempre buscando maximizar as vantagens e minimizar os riscos toxicológicos e ambientais. A sua utilização não é isenta de riscos, seja para o homem ou plantas. No caso das plantas, os resíduos dos herbicidas nos agroecossistemas podem ser tóxicos às plantas suscetíveis utilizadas como culturas sucedâneas à cultura tratada, a exemplo dos herbicidas residuais (BLANCO & VELINI, 2005).

Segundo ROSENTHAL et al. (2008) os impactos ambientais provocados pelo uso de herbicidas, como o efeito residual prolongado, apresenta potencial para comprometer a sucessão de culturas agrícolas. BRIGHENTI et al. (2005) relataram que antes de qualquer tomada de decisão sobre a implantação de culturas sensíveis, como o girassol, a qualquer ingrediente ativo de longo período residual é necessário realizar o chamado bioteste.

Nas condições de safrinha é comum ocorrer injúrias com posterior prejuízo, pois o intervalo entre a aplicação do herbicida na cultura anterior e o início da semeadura da cultura em sucessão geralmente é mais curto. Assim, não há tempo hábil para que os herbicidas sejam devidamente degradados e os prejuízos à cultura em sucessão são iminentes. O girassol é sensível a diferentes grupos de herbicidas destacando-se as triazinas e as imidazolinonas, de grande uso nas culturas da soja e milho, que geralmente antecedem ao girassol (CASTRO et al., 1997).

Nesse caso, pode-se também incluir a cana-de-açúcar como cultura que antecede ao girassol, pois além de ser prática comum o uso da cultura em áreas de reforma de canavial alguns herbicidas do grupo triazinas e imidazolinonas também são utilizados em cana-de-açúcar. LEITE et al. (2007) comentaram que não é recomendável o cultivo de girassol em áreas previamente tratadas com diurom e tebutiurom, devido à sensibilidade da cultura. Entretanto, esses herbicidas são amplamente utilizados em cana-de-açúcar, indicando que os produtores devem realmente tomar cuidados ao implantar a cultura em sucessão ao canavial, na ocasião da reforma do canavial.

FLECK & VIDAL (1994a) observaram que o efeito residual potencial dos herbicidas imazaquim e imazetapir sobre a cultura do girassol proporcionou injúrias iniciais acentuadas, mas com recuperação para imazetapir e não recuperação para imazaquim. O herbicida clomazona, também utilizado em cana-de-açúcar, segundo FLECK & VIDAL (1994b), também proporcionou danos ao girassol cultivado em sucessão, sendo que seu efeito mais pronunciado foi a redução da população de plantas de girassol com consequente influência sobre o rendimento dos aquênios. Segundo SANTOS et al. (2006) o produto apresenta ausência residual após um ano de sua aplicação nas doses de 3 e 6 L ha.

Resultados similares aos de FLECK & VIDAL (1994b) ocorreram com o uso do herbicida diclosulam, usado para controle de tiririca em cana-de-açúcar no estudo de BRIGHENTI et al. (2002). Os autores observaram que diclosulam causou redução total do estande de girassol semeado aos 90 e 75 dias após aplicação. O herbicida diurom, também utilizado em cana-de-açúcar, segundo PEÑAHERRERA-COLINA et al. (2005) é muito persistente no solo, especialmente devido a menor mobilidade e causou injúrias severas em *Avena sativa*.

2.2.3. Persistência e comportamento dos herbicidas no solo

Os herbicidas utilizados nas aplicações em condições de pré-emergência ou pós-emergência inicial da cultura têm como destino final o solo. Na maioria das vezes, os produtores e até mesmo os técnicos se preocupam apenas com a eficiência do herbicida em controlar as plantas daninhas, sem preocupar-se muito com o comportamento do herbicida no solo (SANTOS et al., 2006). Quando são utilizados herbicidas que possuem longo efeito residual no solo estes podem causar severos danos ao meio ambiente e as culturas, especialmente aquelas em sucessão. Dessa forma, antes de utilizá-los é necessário conhecer o seu comportamento no solo, a fim de se prever o impacto no ambiente (GONÇALVES et al., 2001).

O uso seguro e eficiente de um herbicida requer o conhecimento sobre sua persistência, atividade, disponibilidade para as plantas, seletividade às culturas e efeitos sobre a microflora e microfauna do solo (BLANCO, 1979). Dessa forma, devem ser observadas suas principais características físico-químicas e as características físicas, químicas e biológicas do solo em que serão aplicados (GOMES et al., 2006).

O comportamento de um herbicida no solo e conseqüentemente sua atividade biológica depende de sua natureza química, que está atrelada a estrutura molecular, tamanho da molécula, ionização, solubilidade em água, lipossolubilidade, polarização e volatilização da molécula. Essas propriedades irão influir no comportamento do herbicida, porém, em geral, uma ou duas dessas propriedades serão mais predominantes, que irão influir no destino do herbicida no solo (BLANCO, 1979).

O período que um herbicida permanece biologicamente ativo no solo controlando o desenvolvimento de plantas é chamado de persistência ou vida residual. Produtos com atividade muito prolongada podem causar injúrias às plantas sensíveis, especialmente em sistemas de rotação de culturas ou culturas consorciadas. A persistência ou atividade de um herbicida no solo depende da natureza química, formulação e dose aplicada do produto, além das características do solo e dos fatores climáticos do meio (BLANCO & OLIVEIRA, 1987).

A persistência dos herbicidas pode ser influenciada pelo clima, dose inicial, presença de microrganismos, características físico-químicas do produto e dos solos. Portanto, o conhecimento dessas interações (solo x planta x herbicida) é determinante para que se faça uma recomendação adequada a cada tipo de solo, resultando em eficiência, economia e mínima contaminação do meio ambiente (MARCHIORI JR et al., 2005).

Segundo LOUX et al. (1989) as características físico-químicas e biológicas do solo, a exemplo da adsorção, lixiviação e degradação e/ou transformação biológica, podem regular a concentração, o fluxo e o tempo de permanência das moléculas herbicidas na solução do solo, deixando variável a persistência dos produtos. A lixiviação, de acordo com FERRI & VIDAL (2003) reduz a persistência dos herbicidas por promover o transporte desses compostos para região do solo pouco explorada pelas raízes das plantas daninhas e culturas.

Entretanto, a lixiviação pode proporcionar problema ambiental, pois as moléculas herbicidas ou de seus metabólitos movem-se pelo perfil do solo e atingem camadas mais profundas podendo atingir o lençol de água subterrâneo. Quando o produto permanece por mais tempo no solo sem ser adsorvido aos colóides do solo, degradado e/ou mineralizado, a possibilidade de lixiviação é maior. Isso comprova que o comportamento do herbicida no solo será influenciado, entre outros fatores, pelas suas próprias características (PIRES et al., 2003b).

Segundo este mesmo autor o herbicida tebutiuram é recomendado para uso em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar e apresenta longo efeito residual no solo e sua persistência pode variar de 11 a 14 meses, de 15 a 25 meses ou mesmo estender-se até 7,2 anos. Essa elevada variação na persistência do produto no solo

está relacionada à elevada mobilidade em solos com baixos teores de argila e de carbono orgânico, sendo, portanto, fonte potencial para contaminação dos aquíferos, principalmente como resultado de aplicações seqüenciais ao longo dos anos, na mesma área.

O tempo de permanência dos herbicidas atrazina e alacloro em solos preparados para o cultivo de cana-de-açúcar foram avaliados por JAVARONI et al. (1999), que constataram maior velocidade de dissipação para o herbicida alacloro quando comparado ao herbicida atrazina para o tipo de solo (solo médio). Mas, FERRI & VIDAL (2003) observaram que quando herbicidas são aplicados sobre a palha em sistemas de plantio direto, especificamente o acetocloro, menores quantidades atingem o solo. Em outro estudo SANTOS et al. (2006) observaram que picloram em associação com 2,4-D persistiu no solo durante 360 dias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tolerância de variedades de cana-de-açúcar a herbicidas

3.1.1. Caracterização local

O experimento foi desenvolvido no Centro de Cana do Instituto Agronômico de Campinas, município de Ribeirão Preto, SP, em soqueira de segundo corte, entre os meses de setembro de 2007 a junho de 2008. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Escuro com teores médios de 61,2 % de argila, 22,17 % de silte e 16,63 % de areia na camada arável. Após a colheita da primeira soqueira foi realizada a adubação da área experimental com a formulação 4-20-20, aplicando-se 500 kg ha⁻¹, conforme os valores da análise de solo e as recomendações de ESPIRONELLO et al. (1992). Para o controle da cigarrinha da folha (*Mahanarra posticata*) foi realizada pulverização com o inseticida imidacloprido (Evidence) no dia 07/01/2008, aplicando-se 480 g ha⁻¹ do ingrediente ativo com 300L ha⁻¹ de volume de calda. A aplicação foi realizada em jato dirigido diretamente sobre as linhas de cana-de-açúcar, tendo como alvo principal a base dos colmos da cultura.

3.1.2. Variedades utilizadas

As variedades IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046 e IACSP94-4004 utilizadas neste trabalho foram lançadas pelo Programa Cana do Instituto Agronômico de Campinas em 2005. Segundo LANDELL et al. (2005) a variedade IACSP94-2094 e IACSP94-2101 são originadas na região de Ribeirão Preto; a IACSP93-3046 em Jaú e a IACSP94-4004 em Mococa, todas no Estado de São Paulo. Essas variedades são indicadas para o cultivo nas condições ambientais do Centro-Sul do Brasil conforme os conceitos de qualificação ambiental.

A escolha da variedade RB72454 deveu-se a sua vasta área comercial e a IAC 86-2480 por ser uma variedade forrageira de expressiva adoção entre os criadores de bovinos.

IACSP94-2094

Caracteriza-se por apresentar alto teor de sacarose, maturação de meio a final de safra, excelente brotação de soqueira com grande destaque quando colhida mecanicamente crua. Apresenta colmos com alta densidade, o que proporciona grande rendimento no transporte. Essa variedade apresenta características interessantes, exigidas das novas variedades, destacando-se o potencial de rusticidade, que permite o cultivo em ambientes restritivos quanto à química de solo e disponibilidade hídrica (LANDELL et al., 2005). Essas características predominam em solos de cerrado e pastagens, áreas onde estão sendo estabelecidas as novas unidades industriais do setor sucroalcooleiro (IAC, 2007a).

IACSP94-2101

Variedade de rápido desenvolvimento vegetativo inicial e ótima capacidade de brotação de soqueiras sobre palha oriunda da colheita anterior. Essa variedade apresenta maturação de meio a final de safra e também destaca-se em ambientes

favoráveis. Não floresce nas condições do Centro-Sul do Brasil e tem hábito de crescimento ereto. Caracteriza-se por apresentar aumento de produtividade agrícola quando cultivada em ambientes com condições edafoclimáticas favoráveis (LANDELL et al., 2005). O componente TCH (toneladas de colmo hectare) desta variedade possui forte interação com a disponibilidade de água no solo (IAC, 2007a).

IACSP93-3046

Essa variedade destaca-se por apresentar alta produção agroindustrial com características de uniformidade de diâmetro de colmo, o que proporciona maior eficiência na colheita mecânica e manual, além de apresentar ciclo médio a tardio e potencial para rusticidade. Essa variedade é indicada para ambientes médios e desfavoráveis, podendo ser cultivada em solos de menor fertilidade, mas, também responde significativamente quando plantada em ambientes de maior potencial. A brotação dessa variedade é considerada boa em áreas de colheita crua ou queimada. O período de utilização industrial é longo, adequado para a colheita de junho a outubro, além de apresentar pouco florescimento nas condições do Centro-Sul do Brasil, possuir alto teor de sacarose e ter hábito de crescimento ereto (LANDELL et al., 2005).

IACSP94-4004

Variedade de altíssima produtividade agrícola, sobretudo nas colheitas de outono (maio-junho), apesar de não ter um perfil de maturação precoce. Isso vem sugerir a possibilidade de usá-la no início de safra associada à maturadores químicos. Apresenta grande responsividade aos ambientes de produção. Não floresce nas condições do Centro-Sul do Brasil e tem hábito de crescimento ereto (LANDELL et al., 2005).

RB72454

Variedade obtida pelo IAA/Planalsucar apresenta como características agroindustriais baixa exigência em solos, média brotação das soqueiras, médio perfilhamento, raro tombamento, alto teor de sacarose, maturação tardia, baixa sensibilidade a herbicidas e um bom fechamento das entrelinhas de plantio. Além disso, possui alta produtividade agrícola e industrial, ampla adaptabilidade e alta estabilidade, para cana-planta e cana-soca. Não recomenda o plantio em épocas frias e evitar a colheita nas épocas mais secas ou frias, especialmente em solos mais pesados (PMGCA, 2007).

IAC 86-2480

Variedade de cana forrageira lançada em 2002 pelo Instituto Agrônomo de Campinas apresenta alto teor de sacarose, boa produtividade agrícola, longevidade de soqueira e porte ereto como principais características. Sua principal finalidade é fornecer alimento ao rebanho no período da seca, pois apresenta bom nível de proteína e baixo teor de fibra, quando comparada às outras variedades de cana utilizadas na alimentação animal.

As vantagens da Cana Forrageira IAC 86-2480 são a desfolha espontânea, maior digestibilidade, proporciona 17% a mais de ganho de peso vivo e conversão alimentar 18% superior quando comparada com a variedade RB72454 (PÁGINA RURAL, 2007).

3.1.3. Herbicidas utilizados

Os herbicidas utilizados no estudo apresentam mecanismo de ação de inibição da fotossíntese, atuando no fotossistema II e são pertencentes aos grupos químicos: triazinas e triazinonas (hexazinona e metribuzim), uréias substituídas e amidas (diurom e tebutiuron) e triazolinonas (amicarbazona), segundo RODRIGUES & ALMEIDA (2005).

diurom + hexazinona

Os ingredientes ativos diurom e hexazinona são comercializados como mistura pronta, conhecidos pelos nomes Velpar K GRDA e Advance, ambos na formulação de grânulos autodispersíveis em água. O herbicida de marca comercial Velpar K é de uso bastante antigo na cultura, sendo utilizado desde meados dos anos 80. A associação de diurom + hexazinona é indicada especificamente para uso na cultura da cana-de-açúcar, no controle de plantas daninhas de folhas largas anuais e gramíneas em pré ou pós-emergência inicial. As plantas daninhas no momento da aplicação devem estar em pleno vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, excesso de chuvas e as horas de calor. A carência do produto na cultura é de 150 dias entre a última aplicação e a colheita devendo-se evitar o uso da cana-de-açúcar tratada para alimentação animal (MAPA, 2008).

A persistência no solo das uréias substituídas (diurom) é de 3 a 6 meses, a solubilidade em água e a adsorção nos colóides do solo são influenciados pelo número de átomos de cloro presentes na sua molécula. Se fixa fortemente aos colóides do solo e resiste a lixiviação em cultivos de raízes profundas, como cana-de-açúcar (CASELEY, 2008).

metribuzim

O herbicida metribuzim pertence ao grupo químico das triazinonas e possui nome químico de 4-amino-6-tert-butil-3-metil-1,2,3-triazina-5-(4H)-ona. No comércio é conhecido pelas marcas comerciais Sencor 480 e Sencor BR, sendo disponíveis nas formulações de suspensão concentrada (480 g L⁻¹) e pó molhavél (700 g kg⁻¹), respectivamente.

No Brasil, é registrado para o controle de plantas daninhas, especialmente dicotiledôneas, na cultura da cana-de-açúcar e também café, aspargo, mandioca, soja, batata, tomate e trigo. A aplicação deve ser feita em pré-emergência e de preferência

logo após a emergência das plantas daninhas e da cultura. A absorção é radicular e a translocação é pelo xilema, acumulando-se preferivelmente nas folhas, caules e raízes.

No solo é moderadamente adsorvido e possui alta afinidade com a matéria orgânica do solo, mas é fortemente adsorvido na argila. A adsorção diminui com o pH sendo lixiviável em terrenos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, potencial intermediário de lixiviação em solos de textura média, e é imóvel em solos pesados com alto teor de matéria orgânica. A meia-vida é de 1 a 2 meses, dependendo da textura do solo e das condições climáticas. A solubilidade em água é alta e de 1100 mg/l a 20 °C, densidade de 1,31 g/ml a 20 °C, pressão de vapor $1,2 \times 10^{-7}$ mm Hg a 20 °C, baixa capacidade de absorção no solo ($K_{ow} = 44,7$) (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

tebutiurom

O tebutiurom pertence ao grupo químico dos derivados da uréia e seu nome químico é *N-(5-(1,1-dimetiletil)-1,3,4-tiadiazol-2-il)-N,N'-dimetiluréia*. No Brasil, é registrado para o controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas na cultura da cana-de-açúcar. É um herbicida seletivo, recomendado para o controle de plantas daninhas (cana-planta ou cana-soca), aplicado em pré-emergência.

A absorção radicular é a principal via de penetração nas plantas e a translocação é pelo xilema. Esse produto é fortemente adsorvido a argila e aos solos com alta capacidade de troca catiônica, possui limitada mobilidade na superfície do solo. Sua persistência é de 12 a 15 meses em regiões de queda pluviométrica anual de 1020 a 1520 mm e consideravelmente superior nas mais secas e com teor de matéria orgânica elevado. Entretanto, não é recomendável a utilização em áreas de cana-de-açúcar que serão destinadas ao cultivo de outras culturas. Nesse caso, recomenda-se intervalo mínimo de 2 anos depois da última aplicação.

O herbicida também apresenta como características baixa solubilidade em água de 2,57 g L⁻¹ a 20°C, densidade de 1,25 g mL⁻¹, pressão de vapor de 10^{-7} mm Hg a 25°C, constante de equilíbrio de ionização ácido ($pK_a = 0$) e alta capacidade de absorção no solo ($K_{ow} = 671$) (MAPA, 2008).

amicarbazona

O herbicida amicarbazona pertence ao grupo químico das triazolinonas possui ação herbicida sistêmica nas plantas daninhas. No Brasil é registrado para o controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas nas culturas da cana-de-açúcar (pré ou pós-emergência) e milho (pré-emergência). Em cana-de-açúcar deve-se aplicar 1,5 (solos arenosos) a 2,0 kg ha⁻¹ (solos argilosos) do produto comercial.

A aplicação em pós-emergência deve ser realizada quando as plantas daninhas estiverem com no máximo quatro folhas, tanto em cana-planta quanto em cana-soca. A absorção é radicular e foliar. Apresenta também como características a elevada solubilidade em água (4,6 g L⁻¹ em pH variando de 4 a 9), baixa a moderada capacidade de adsorção no solo ($K_{oc} = 23$ a 37) e baixa pressão de vapor $1,3 \times 10^{-6}$ Pa à temperatura de 20 °C (MAPA, 2008). A meia-vida é de 3 a 6 meses dependendo das condições de solo e clima, da dose, tipo e textura do solo, teor de matéria orgânica e quantidade de chuvas (CARBONARI, 2007).

3.1.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com 36 tratamentos (Tabela 1) em quatro repetições. As variedades foram alocadas nas parcelas e os herbicidas nas sub-parcelas. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de cana-de-açúcar de 60m x 1,50m (450 m²) e as sub-parcelas por cinco linhas de 8m x 1,50m (60 m²). Em cada sub-parcela as três linhas centrais foram consideradas como úteis (36 m²) para a avaliação dos atributos analisados. Após a aplicação dos herbicidas todas as parcelas foram mantidas capinadas, com o propósito de verificar o efeito da seletividade dos herbicidas sobre as plantas da cana-de-açúcar.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, para os vários contrastes de interesse e as médias comparadas por meio do teste de Tukey com nível de significância de 5%, exceto para a produção de colmos que utilizou-se

10% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico computacional SAS (SAS, 2004).

Tabela 1. Herbicidas que foram utilizados no experimento.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Nome comercial	Doses	
			Produto comercial	Ingrediente ativo
T1	testemunha	-	-	-
T2	diurom + hexazinona	Velpar k	2,5 kg ha ⁻¹	diurom (1170g ha ⁻¹) + hexazinona (330 g ha ⁻¹)
T3	diurom + hexazinona*	Advance	3,5 kg ha ⁻¹	diurom (1865 g ha ⁻¹) + hexazinona* (234 g ha ⁻¹)
T4	metribuzim	Sencor	5,0 L ha ⁻¹	metribuzim (2400 g ha ⁻¹)
T5	tebutiurom	Combine	2,4 L ha ⁻¹	tebutiurom (1200 g ha ⁻¹)
T6	amicarbazona	Dinamic	1,8 kg ha ⁻¹	amicarbazona (1260 g ha ⁻¹)

3.1.5. Tecnologia de aplicação

Os herbicidas foram aplicados sobre a palha oriunda da colheita da cana-de-açúcar no dia 20/09/2007 em pós-emergência inicial da cultura (fase de formação do esporão) e pré-emergência das plantas daninhas. Para isso, utilizou-se um pulverizador costal pressurizado com barra de quatro pontas jato leque 110/02, espaçadas de 50 cm, a uma pressão de 30 lb pol⁻² que proporcionou volume de calda de 250 L ha⁻¹. No momento das aplicações, entre 16:00 e 19:00 horas, os dados da velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura foram de 4,5 a 1,65 km h⁻¹, 37 a 46% e 30 a 29 °C, respectivamente, no início e final da aplicação.

3.1.6 Atributos avaliados e metodologia empregada

A tolerância das variedades de cana-de-açúcar aos herbicidas foi avaliada nas três linhas centrais de cada parcela por meio dos seguintes atributos:

a) Sintomas visuais de intoxicação aos 15, 30 e 60 DAA (dias após aplicação). As notas foram atribuídas a partir de uma escala percentual variando de 0 a 100%, onde 0 % corresponde à ausência de injúrias e 100 % à morte das plantas (Tabela 2).

Tabela 2. Escala percentual utilizada para avaliação dos sintomas visuais de intoxicação nas plantas.

ESCALA	DESCRIÇÃO	INJÚRIA	
0	SEM EFEITO	Sem injúria	
10	EFEITOS LEVES	Ligeira descoloração e menor porte	
20		Descoloração e menor porte/estande	
30		Injúria mais pronunciada mas não duradoura	
40		Injúria moderada, cultura em recuperação	
50		Injúria duradoura, recuperação duvidosa	
60	EFEITOS MODERADOS	Injúria duradoura, sem recuperação	
70		Injúria severa com perda de estande	
80		EFEITOS SEVEROS	Cultura quase totalmente destruída
90			Apenas algumas plantas sobreviventes
100	EFEITOS TOTAIS	Destruição total	

b) Teor relativo de clorofila total das folhas (expressa em unidades relativas - UR) foi medida aos 15, 30 e 60 DAA, através do clorofilômetro de campo modelo Spad 502 Minolta, no terço médio da folha +3 de seis plantas escolhidas ao acaso.

c) Razão de fluorescência da clorofila a (F_v/F_m) aos 15, 30 e 60 DAA, através do fluorômetro portátil (PEA – “Plant Efficiency Analyser”, Hansatech), no terço médio da folha +3 de seis plantas escolhidas ao acaso.

d) Altura das plantas (cm) foi mensurada aos 30, 60, 90 e 180 DAA averiguando-se o comprimento desde o solo até a primeira lígula visível de dez plantas escolhidas ao acaso na área útil de cada sub-parcela.

e) Estande (colmos m^{-1}) foi avaliado aos 30, 90 e 180 DAA, contando-se todos os perfilhos nas três linhas centrais de cada sub-parcela.

Por ocasião da colheita com a soqueira apresentando 330 dias de ciclo foram avaliados:

f) Diâmetro dos colmos com auxílio de paquímetro, no terço médio de dez colmos escolhidos ao acaso nas três linhas centrais de cada sub-parcela.

g) Qualidade tecnológica da cana determinada no laboratório da Usina São Martinho localizada no município de Pradópolis, a partir da coleta de dez colmos retirados seqüencialmente da linha central de cada sub-parcela e determinados os teores de brix%caldo, pureza%caldo, pol%caldo, açúcares redutores (AR)%caldo, açúcar total recuperado (ATR) e fibra%cana, segundo a metodologia do CONSECANA (2006).

i) Produção de colmos ($t\ ha^{-1}$) estimada a partir da pesagem de três feixes de 10 colmos, sendo cada feixe colhido em cada uma das três linhas centrais de cada sub-parcela, segundo metodologia de LANDELL (1995).

3.2. Tolerância de variedades de girassol aos efeitos residuais de herbicidas no solo

3.2.1. Caracterização do local e do solo utilizado

Esse experimento também foi desenvolvido no Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas, município de Ribeirão Preto, SP, a partir do solo coletado em canavial previamente tratado com herbicidas, no mesmo talhão utilizado para avaliação da tolerância das variedades de cana-de-açúcar em área cultivada com a variedade IACSP93-3046. As parcelas na área experimental de campo, local de aplicação dos herbicidas foram constituídas por cinco linhas de cana-de-açúcar com 10m de comprimento e espaçadas de 1,5m constituindo 75 m².

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Escuro com teores médios de 61,2 % de argila, 22,17 % de silte e 16,63 % de areia na camada arável. A adubação utilizada no talhão também foi a mesma para o experimento com a cana-de-açúcar.

3.2.2. Herbicidas e a coleta de solo

Os herbicidas estudados também foram as duas formulações de diurom + hexazinona, metribuzim, tebutiurum e amicarbazona. A aplicação dos herbicidas ocorreu no mesmo dia e horário da aplicação do experimento com cana-de-açúcar. A coleta do solo foi realizada aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação) dos herbicidas, que constituíram as duas épocas avaliadas. No momento da coleta, em cada uma das épocas, o solo foi coletado com o auxílio de uma enxada nas entrelinhas da cultura, não ultrapassando a camada arável (20 cm de profundidade) e acondicionado em sacos de plástico. Em seguida, o solo coletado foi utilizado para o preenchimento de vasos de

plásticos com dimensões de 15 cm de altura, 10 cm de diâmetro superior e 6,5 cm de diâmetro inferior, totalizando 700 mL de volume. Posteriormente foi realizado o cultivo de girassol, que foi semeado em número de 10 em cada recipiente. Os vasos foram mantidos em local aberto e sob sistema de irrigação, sendo a água fornecida em quantidade suficiente para manter o vigor e turgidez das plantas. Nesse sentido, de acordo com a EMBRAPA (2008) a necessidade de água do girassol vai aumentando com o desenvolvimento da planta, partindo de valores ao redor de 0,5 a 1 mm/dia durante a fase de semeadura à emergência, atingindo um máximo de 6 a 7 mm/dia na floração e enchimento de grãos, decrescendo após este período.

3.2.3. Variedades de girassol

As variedades de girassol Uruguai e IAC Iarama foram utilizadas para avaliar o efeito residual dos produtos herbicidas aplicados na soqueira da cana-de-açúcar.

A variedade Uruguai é uma excelente opção para a produção de silagem devido à elevada palatabilidade e rendimento de massa seca. O ciclo vegetativo é de 120 a 135 dias com início do florescimento entre o 55 ao 90º dia. As plantas dessa variedade possuem altura média de 1,90 a 3,00m, teor de óleo nos grãos de 28 a 35% e produtividade entre 1.500 e 3.800 kg ha⁻¹ (IAC, 2007b).

A variedade IAC Iarama foi lançada pelo Programa de Melhoramento Genético de Girassol do Instituto Agrônomo de Campinas em 2005. Essa variedade possui ciclo vegetativo curto (95 dias), porte baixo (1,4 a 1,8m) e sementes com cerca de 42% de teor de óleo. As plantas dessa variedade desenvolvem-se bem em solos férteis e pouco ácidos, apresentando produtividade potencial entre 1.500 a 3.000 kg ha⁻¹(IAC, 2007b).

3.2.4. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 12 tratamentos em quatro repetições em esquema fatorial 2 x 6, sendo duas variedades de girassol (IAC Iarama e Uruguai), seis tratamentos (duas formulações de diurom + hexazinona, metribuzim, tebutiurum, amicarbazona e testemunha) e duas épocas de coleta do solo

(30 e 90 DAA). Os tratamentos herbicidas foram constituídos por diurom (1170g ha⁻¹) + hexazinona (330 g ha⁻¹), diurom (1865 g ha⁻¹) + hexazinona (234 g ha⁻¹), metribuzim (2400 g ha⁻¹), tebutiurom (1200 g ha⁻¹) e amicarbazona (1260 g ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), para os vários contrastes de interesse e as médias comparadas por meio do teste de Tukey com nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico computacional SAS (SAS, 2004).

3.2.5. Atributos avaliados

O efeito residual dos herbicidas no solo foi avaliado contando-se diariamente o número de plântulas de girassol germinadas desde o primeiro dia até o décimo quinto dia a partir da semeadura.

A partir dessas contagens pode-se avaliar o percentual de sementes emergidas pela equação $x = (100 * n_1) / n_2$, sendo n_1 = número de plântulas final e n_2 = número de sementes semeadas, ou seja, regra de três simples.

Os testes de vigor foram avaliados com base na metodologia de EDMOND & DRAMPALA (1958) adaptada por NAKAGAWA (1994), obtendo-se a velocidade de emergência das plântulas (VE) e o índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE).

No final do 15º dia realizou-se um desbaste nas parcelas, deixando apenas uma única planta. A planta restante do desbaste foi avaliada quanto aos sintomas visuais de intoxicação, que foram observados visualmente com o uso de uma escala percentual de notas variando entre 0 (zero) e 100 (cem), conforme a Tabela 2.

As plantas retiradas pelo desbaste foram avaliadas quanto à altura (cm) e massa seca (g). A altura foi aferida medindo-se o comprimento da parte aérea das plântulas. A secagem das plantas foi obtida em estufa de circulação forçada a 70 °C (peso constante).

Aos 30 DAS foram mensurados o teor relativo de clorofila total e a razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m) em clorofilômetro (Spad 502 Minolta) e fluorômetro

(PEA), respectivamente em uma folha escolhida ao acaso. Nesse mesmo período, foram mensurados a altura das plantas e o número de folhas.

E por fim, aos 50 DAS foram mensurados novamente a altura e o número de folhas e determinada a massa seca final das plantas. As plantas foram cortadas rente ao solo com o auxílio de uma tesoura e colocadas para secagem conforme os procedimentos para determinação da massa seca inicial (15 DAS).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tolerância das variedades de cana-de-açúcar a herbicidas

4.1.1. Condições climáticas durante a condução do experimento

Os dados climatológicos de precipitações (IAC CIIAGRO, 2008a) e temperaturas médias (IAC CIIAGRO, 2008b) apresentados na Tabela 3 são referentes ao período de instalação do experimento, desde setembro de 2007 até junho de 2008, ocasião da colheita do experimento. Observou-se que as precipitações pluviométricas ocorridas no período de agosto a dezembro de 2007 foram menores em relação às médias dos últimos 17 anos. Entretanto, as temperaturas médias deste mesmo período ficaram bem próximas às aquelas normalmente observadas nos anos antecedentes. Nesse período, ocorreram as avaliações de sintomas visuais de intoxicação, teor relativo de clorofila total, razão de fluorescência da clorofila *a*, altura e estande. A quantidade de chuva registrada, embora menor em relação à média dos últimos anos, foi suficiente para garantir o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar e a dinâmica dos herbicidas no solo e planta.

A partir de janeiro/2007 as precipitações pluviométricas oscilaram, sendo que em alguns meses foi superior e em outros inferior a média dos últimos anos, mas, observou-se que ficaram dentro de um padrão normal de distribuição, quando comparadas com a média histórica. Nesse período, as avaliações de altura, estande, qualidade tecnológica, diâmetro e produção de colmos não foram prejudicadas pelas

precipitações pluviométricas e temperaturas ocorridas, pois foram suficientes para o bom desenvolvimento da soqueira de cana-de-açúcar estudada.

Tabela 3. Precipitações e temperaturas médias ocorridas nos últimos dezessete anos e durante a condução do experimento.

Mês	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)	
	Média histórica*	Experimento 2007/2008	Média histórica *	Experimento 2007/2008
Agosto	14,40	-	21,60	21,90
Setembro	60,60	3,00	23,20	24,90
Outubro	108,50	49,40	24,60	26,10
Novembro	182,60	125,40	24,30	23,90
Dezembro	247,30	179,60	24,60	25,20
Janeiro	298,50	364,60	24,70	24,00
Fevereiro	236,70	197,20	24,80	24,50
Março	158,50	201,90	24,60	23,70
Abril	70,20	119,20	23,40	22,80
Mai	68,10	50,50	20,50	19,70
Junho	25,00	3,00	19,90	20,20

Fonte: IAC/CIIAGRO (2008a, b)

*média histórica das precipitações e temperaturas nos últimos 17 anos.

4.1.2. Sintomas visuais de intoxicação

Os sintomas visuais de intoxicação provocados pelos herbicidas nas seis variedades de cana-de-açúcar estão representados pelas médias das notas na Tabela 4, juntamente com as estatísticas F, dms e CV.

Observou-se a significância para o efeito de variedades aos 15 e 60 DAA, efeitos de herbicidas nas três épocas avaliadas e da interação entre variedades e herbicidas apenas aos 15 DAA. Na primeira (15 DAA) e segunda avaliação visual (30 DAA) foram observados leves sintomas de intoxicação em todas as variedades que receberam os tratamentos herbicidas. Esses sintomas foram caracterizados por um leve amarelecimento nas folhas das plantas acompanhado de secamento nas pontas. Segundo informações obtidas no MAPA (2008) os produtos utilizados são inibidores do fotossistema II e interferem no processo fotossintético das plantas, assim é comum observar amarelecimento das folhas, especialmente nos primeiros dias após aplicação dos herbicidas. CHRISTOFFOLETI (1997) comentou que esses herbicidas interferem

na membrana do cloroplasto, local que ocorre a fase luminosa da fotossíntese, impedindo o transporte de elétrons e conseqüentemente a formação de ATP.

Os leves sintomas de intoxicação, observados aos 15 (DAA) ocorreram quando as plantas foram tratadas com a mistura pronta diurom + hexazinona formulados com ($1170 \text{ g kg}^{-1} + 330 \text{ g kg}^{-1}$), que provavelmente interferiu nas plantas inibindo a fotossíntese no fotossistema II (OLIVEIRA JUNIOR, 2008b). AZANIA et al. (2005, 2006b) em estudos com a variedade RB835089 em pós-emergência inicial e tardia das plantas de cana-de-açúcar na época das chuvas e na estiagem em soqueira de terceiro e quarto corte, respectivamente, observaram sintomas similares quando as plantas foram tratadas com a mistura pronta diurom + hexazinona ($1170 \text{ g kg}^{-1} + 330 \text{ g kg}^{-1}$), enquanto MARTINI & DURIGAN (2004) também observaram uma “palidez” muito leve e transitória em estudos com as variedades RB845257 e RB855536.

Aos 60 DAA, verificou-se recuperação satisfatória da cultura dado pela ausência das injúrias causadas pelos herbicidas. Essa recuperação da cultura pode estar relacionada com a mobilidade dos herbicidas no solo com posterior distribuição dos mesmos pelo perfil, em função das chuvas, ou que durante o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar, possivelmente, tiveram tempo hábil para o metabolismo das plantas destoxificar de alguma forma as moléculas dos herbicidas, conseqüentemente refletindo na diminuição dos sintomas de intoxicação.

Segundo OLIVEIRA JUNIOR (2008a) a destoxificação dos herbicidas no metabolismo das plantas pode ocorrer porque a maior parte das enzimas das plantas que metabolizam herbicidas possui uma faixa relativamente ampla de especificidade que pode permitir a uma única espécie metabolizar e destoxificar um grande número de diferentes herbicidas. As plantas apresentam grande variabilidade na sua capacidade de destoxificar os herbicidas. Geralmente, plantas resistentes a determinados herbicidas ou grupos de herbicidas são capazes de destoxificar o herbicida rapidamente antes que ele possa exercer seu efeito tóxico sobre a planta. Para a cultura da cana-de-açúcar onde a seletividade é baseada na habilidade da planta em degradar o herbicida após a absorção cita-se como exemplo as triazinas.

Possivelmente, variações na genética das diferentes variedades de cana-de-açúcar podem ter induzido a diferentes efeitos dos herbicidas nas plantas e que tem

sido fator importante na tolerância de variedades a herbicidas (FERREIRA et al., 2005a).

4.1.3. Teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m)

As médias dos teores relativos de clorofila total aos 15, 30 e 60 DAA estão apresentados na Tabela 5, podendo-se observar significância em todas as épocas avaliadas para o efeito de variedades e ausência de efeitos de herbicidas ou da interação entre variedades e herbicidas. Esses resultados sugerem que o teor relativo de clorofila total pode ser predominantemente um atributo genético das variedades em estudo, pois foi pouco influenciado pelos herbicidas testados, nessas épocas de avaliação.

Quando se analisou a testemunha da variedade IACSP93-3046 com os tratamentos que receberam os herbicidas constatou-se diferenças significativas aos 15 DAT. Essas diferenças podem ser explicadas, possivelmente, pelo maior tempo hábil que o metabolismo das plantas dessa variedade necessita para a destoxificação das moléculas herbicidas.

Os efeitos do atributo a razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m) aos 15, 30 e 60 DAA (Tabela 5) assim como no teor relativo de clorofila total mostraram efeitos predominantemente das variedades estudadas e que possivelmente podem estar associados à genética das variedades em estudo.

Entretanto aos 60 DAA, além dos efeitos de variedades também observou-se efeitos de herbicidas. Quanto aos efeitos dos herbicidas constatou-se menores médias obtidas para todas as variedades quando as plantas foram tratadas com o herbicida amicarbazona, provavelmente o menos seletivo entre os herbicidas avaliados. Nesse caso, os valores para a razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m) aos 60 DAA ficou entre 62,05 a 72,33%, menor em relação aos valores observados aos 15 e 30 DAA.

A influência negativa do herbicida amicarbazona sobre o atributo estudado, possivelmente, pode estar associado à sua elevada solubilidade em água, que segundo CARBONARI (2007) a molécula apresenta 460 ppm à temperatura de 25 °C em pH variando entre 4 a 9. Ocorre que herbicidas com essas características possuem maior

facilidade para serem absorvidos pelas plantas, que conseqüentemente precisam de maior tempo hábil para o metabolismo neutralizar a molécula.

CATUNDA et al. (2005) em estudos com amicarbazona também observaram prejuízos similares na razão de fluorescência das clorofilas *a* e *b* e no crescimento de plantas de abacaxi.

Os valores de razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m) aos 60 DAA estão abaixo daqueles descritos em literatura. Segundo CECHIN (1996) a razão de fluorescência da clorofila *a*, para a maioria das culturas é de 0,8 (80%) e para RIBEIRO et al. (2004), os valores de F_v/F_m podem variar de 0,75 (75%) a 0,85 (85%). Esses resultados sugerem que as plantas de cana-de-açúcar apresentaram redução na quantidade de energia aproveitada à realização dos processos fotoquímicos, como fixação de CO_2 e NADPH.

4.1.4. Altura e estande

Os resultados indicaram diferenças significativas somente para o efeito de variedades, sendo as maiores médias de altura observadas nas variedades IACSP94-2101, IACSP94-2094 e RB72454 em todas as épocas avaliadas. Para o estande também foi constatada maior média na variedade IACSP94-2094 aos 30 e 180 DAA e na IACSP93-3046 aos 90 DAA (Tabela 6).

Observou-se nas datas de avaliações ausência do efeito de herbicidas e da interação entre variedades e herbicidas para os atributos em questão. Provavelmente, as variedades foram tolerantes aos efeitos dos herbicidas, evidenciando que as leves injúrias provocadas por eles não afetaram significativamente os atributos avaliados.

Tabela 4 – Notas dos sintomas visuais de intoxicação das seis variedades de cana-de-açúcar proporcionados por herbicidas aos 15, 30 e 60 DAA (dias após aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Sintomas de intoxicação (%)		
Variedades	Herbicidas	15 DAA	30 DAA	60 DAA
IACSP94-2094 (A)	testemunha	0,00	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	11,25	10,00	0,00
	diurom + hexazinona*	11,25	12,50	7,50
	metribuzim	10,00	10,00	0,00
	tebutiuron	10,00	10,00	0,00
	amicarbazona	10,00	10,00	2,50
IACSP94-2101(B)	testemunha	0,00	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	17,50	12,50	0,00
	diurom + hexazinona*	12,50	10,00	5,00
	metribuzim	10,00	15,00	0,00
	tebutiuron	10,00	15,00	2,50
	amicarbazona	17,50	12,50	2,50
IACSP93-3046 (C)	testemunha	0,00	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	12,50	12,50	7,50
	diurom + hexazinona*	10,00	12,50	10,00
	metribuzim	10,00	12,50	0,00
	tebutiuron	12,50	15,00	5,00
	amicarbazona	10,00	10,00	7,50
IACSP94-4004 (D)	testemunha	0,00	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	15,00	10,00	2,50
	diurom + hexazinona*	10,00	10,00	0,00
	metribuzim	10,00	12,50	0,00
	tebutiuron	7,50	10,00	0,00
	amicarbazona	10,00	12,50	2,50
RB72454 (E)	testemunha	0,00	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	12,50	12,50	2,50
	diurom + hexazinona*	10,00	10,00	0,00
	metribuzim	10,00	10,00	0,00
	tebutiuron	10,00	10,00	2,50
	amicarbazona	10,00	10,00	2,50
IAC 86-2480 (F)	testemunha	0,00	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	10,00	10,00	0,00
	diurom + hexazinona*	11,25	10,00	0,00
	metribuzim	7,50	10,00	0,00
	tebutiuron	10,00	10,00	0,00
	amicarbazona	10,00	12,50	0,00
dms (Tukey 5%)		5,44	6,41	9,34
cv (%)		28,97	33,01	261,44
F (var)		4,07*	2,17 ^{ns}	3,43*
F (herb)		73,81*	53,09*	2,70*
F (var*herb)		1,62*	0,90 ^{ns}	0,79 ^{ns}
F (test vs herb em A)		52,48*	37,80*	0,65 ^{ns}
F (test vs herb em B)		86,76*	57,94*	0,65 ^{ns}
F (test vs herb em C)		57,60*	53,57*	5,82*
F (test vs herb em D)		52,48*	41,49*	0,16 ^{ns}
F (test vs herb em E)		52,48*	37,80*	0,36 ^{ns}
F (test vs herb em F)		45,25*	37,80*	0,00 ^{ns}
F (entre herb A)		0,22 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,72 ^{ns}
F (entre herb B)		6,84*	1,50 ^{ns}	0,71 ^{ns}
F (entre herb C)		0,89 ^{ns}	1,07 ^{ns}	2,33 ^{ns}
F (entre herb D)		3,57*	0,64 ^{ns}	0,30 ^{ns}
F (entre herb E)		0,60 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,30 ^{ns}
F (entre herb F)		0,89 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,00 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); cv (coeficiente de variação); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiuron (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

Tabela 5 - Teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila a (F_v/F_m) das seis variedades de cana-de-açúcar obtidos aos 15, 30 e 60 DAA (dias após aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Teor relativo de clorofila total			F_v/F_m da clorofila a (%)		
Variedades	Herbicidas	15 DAA	30 DAA	60 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
IACSP94-2094 (A)	testemunha	32,91	32,82	42,43	75,27	77,34	71,60
	diurom + hexazinona	33,88	36,58	44,18	73,76	76,99	70,32
	diurom + hexazinona*	36,27	37,74	42,49	71,02	77,76	69,40
	metribuzim	36,02	34,46	43,52	74,92	76,45	72,33
	tebutiurom	34,04	36,55	41,78	74,16	77,16	71,14
	amicarbazona	34,90	35,59	42,49	73,50	76,57	62,05
IACSP94-2101 (B)	testemunha	32,90	31,91	38,19	71,48	76,55	69,07
	diurom + hexazinona	33,47	31,33	38,81	72,20	75,84	65,84
	diurom + hexazinona*	32,31	31,49	38,52	69,01	75,68	67,34
	metribuzim	33,07	31,27	38,71	70,57	75,21	70,14
	tebutiurom	31,00	28,07	38,10	71,01	75,89	68,37
	amicarbazona	30,24	31,14	38,65	73,86	75,51	56,80
IACSP93-3046 (C)	testemunha	37,70	34,06	41,62	72,49	76,31	69,45
	diurom + hexazinona	35,26	31,55	42,33	71,52	76,47	68,90
	diurom + hexazinona*	34,45	31,38	40,88	73,04	76,21	69,33
	metribuzim	35,47	35,91	41,75	71,60	76,70	70,38
	tebutiurom	32,94	36,71	43,40	74,33	76,24	70,52
	amicarbazona	32,03	34,40	42,39	70,31	76,11	63,00
IACSP94-4004 (D)	testemunha	35,73	35,25	41,25	72,63	76,24	73,80
	diurom + hexazinona	35,84	35,77	43,65	73,67	76,46	71,75
	diurom + hexazinona*	35,26	36,40	41,95	72,36	76,45	71,99
	metribuzim	36,18	36,03	41,91	72,95	76,64	71,72
	tebutiurom	34,30	34,54	42,50	73,62	77,00	72,33
	amicarbazona	34,45	36,95	40,52	72,91	76,12	62,93
RB72454 (E)	testemunha	37,64	40,00	41,56	74,07	76,17	69,12
	diurom + hexazinona	34,64	37,83	41,75	72,11	76,31	69,37
	diurom + hexazinona*	36,25	37,87	40,67	70,72	76,48	69,35
	metribuzim	36,43	36,28	42,35	72,55	77,02	70,18
	tebutiurom	38,81	37,57	41,85	71,60	76,90	68,97
	amicarbazona	37,77	37,76	40,03	73,48	75,32	63,99
IAC 86-2480 (F)	testemunha	33,63	36,35	40,21	70,42	76,97	72,69
	diurom + hexazinona	33,76	34,69	40,81	72,19	76,11	70,21
	diurom + hexazinona*	33,24	35,25	41,21	73,46	76,47	72,07
	metribuzim	31,99	35,94	41,25	72,27	76,28	71,67
	tebutiurom	34,89	36,46	40,05	73,41	76,40	70,79
	amicarbazona	34,20	36,40	38,72	75,75	77,24	67,65
dms (Tukey 5%)		6,08	5,63	5,50	4,25	2,37	5,19
cv (%)		8,54	7,81	6,49	2,84	1,50	3,65
F (var)		7,06*	18,05*	8,02*	3,81*	3,05*	11,00*
F (herb)		0,45 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,91 ^{ns}	0,55 ^{ns}	37,78*
F (var*herb)		0,92 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,83*	0,58 ^{ns}	1,16 ^{ns}
F (test vs herb em A)		1,70 ^{ns}	5,04*	0,10 ^{ns}	2,53 ^{ns}	0,32 ^{ns}	3,42 ^{ns}
F (test vs herb em B)		0,27 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,15 ^{ns}	5,96*
F (test vs herb em C)		5,13*	0,00 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,55 ^{ns}
F (test vs herb em D)		0,10 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,21 ^{ns}	7,01*
F (test vs herb em E)		0,28 ^{ns}	2,88 ^{ns}	0,02 ^{ns}	3,07 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,29 ^{ns}
F (test vs herb em F)		0,00 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,02 ^{ns}	7,02*	0,55 ^{ns}	2,56 ^{ns}
F (entre herb A)		0,54 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,91 ^{ns}	0,77 ^{ns}	9,31*
F (entre herb B)		0,83 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,91*	0,21 ^{ns}	15,37*
F (entre herb C)		0,99 ^{ns}	3,08*	0,48 ^{ns}	2,12 ^{ns}	0,16 ^{ns}	5,47*
F (entre herb D)		0,30 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,29 ^{ns}	9,22*
F (entre herb E)		1,12 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,29 ^{ns}	3,50*
F (entre herb F)		0,53 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,82 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,71 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); cv (coeficiente de variação); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

Tabela 6 – Altura (cm) e estande (colmos m⁻¹) das seis variedades de cana-de-açúcar obtidos aos 30, 60, 90 e 180 DAA e aos 30, 90 e 180 DAA (dias após aplicação), respectivamente. Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Altura (cm)				Estande (colmos m ⁻¹)		
Variedades	Herbicidas	30 DAA	60 DAA	90 DAA	180DAA	30 DAA	90 DAA	180DAA
IACSP94-2094 (A)	testemunha	22,40	42,77	69,67	217,58	10,79	15,58	15,43
	diurom + hexazinona	23,20	51,77	67,72	218,93	11,64	16,61	15,58
	diurom + hexazinona*	22,35	47,87	68,40	216,33	10,10	15,47	16,09
	metribuzim	23,12	45,15	69,42	216,65	11,36	16,12	15,45
	tebutiurom	22,80	49,97	71,45	212,73	11,22	16,28	15,47
	amicarbazona	23,40	44,67	70,60	218,80	11,42	15,49	15,18
IACSP94-2101(B)	testemunha	23,35	47,67	66,40	202,50	8,49	14,53	14,19
	diurom + hexazinona	23,72	46,22	69,20	212,33	8,54	15,02	14,68
	diurom + hexazinona*	24,15	45,20	65,92	200,70	7,72	13,01	14,10
	metribuzim	23,82	46,32	68,82	201,98	9,26	14,45	13,57
	tebutiurom	23,52	46,55	71,37	204,18	8,54	13,68	13,85
	amicarbazona	21,80	44,02	64,22	202,15	7,82	12,23	13,06
IACSP93-3046 (C)	testemunha	18,85	28,15	53,55	194,20	10,24	16,86	13,52
	diurom + hexazinona	18,55	31,65	56,45	199,98	10,94	17,88	14,66
	diurom + hexazinona*	17,85	29,35	57,62	188,80	9,89	17,49	13,30
	metribuzim	19,05	29,62	56,25	192,45	10,36	18,36	14,68
	tebutiurom	19,32	28,50	57,02	190,95	11,02	18,01	14,23
	amicarbazona	18,57	29,20	52,32	192,38	9,21	17,36	14,10
IACSP94-4004 (D)	testemunha	21,47	34,15	65,40	221,38	9,10	14,36	13,23
	diurom + hexazinona	22,10	32,60	68,55	213,85	9,58	12,59	13,80
	diurom + hexazinona*	25,32	33,27	65,15	219,38	10,17	13,67	14,18
	metribuzim	21,55	36,20	68,75	213,20	10,12	15,01	14,61
	tebutiurom	24,52	34,97	67,67	216,83	7,90	12,98	13,35
	amicarbazona	20,85	33,80	62,92	213,88	8,77	12,08	12,39
RB72454 (E)	testemunha	22,70	36,67	66,02	223,90	9,39	14,47	13,32
	diurom + hexazinona	20,62	37,70	64,77	227,33	9,37	13,30	13,67
	diurom + hexazinona*	20,90	37,27	66,42	226,88	8,81	13,70	13,90
	metribuzim	20,25	40,22	65,42	220,70	9,26	14,09	12,37
	tebutiurom	21,97	40,47	62,80	226,53	8,92	13,63	13,69
	amicarbazona	21,85	37,87	61,35	213,10	8,56	12,03	11,9
IAC 86-2480 (F)	testemunha	19,35	31,75	61,67	202,40	9,94	16,02	13,71
	diurom + hexazinona	18,70	31,85	56,00	211,98	9,34	14,64	13,28
	diurom + hexazinona*	18,85	32,82	55,87	216,78	9,34	15,74	13,95
	metribuzim	20,52	35,85	63,60	213,55	9,48	15,52	14,30
	tebutiurom	20,10	35,22	61,57	204,18	10,78	16,03	13,70
	amicarbazona	20,60	34,65	59,15	213,60	10,35	14,86	13,51
dms (Tukey 5%)		5,28	7,06	15,14	38,37	3,45	4,10	2,82
cv (%)		11,80	9,00	11,36	8,73	17,39	13,30	9,80
F (var)		13,41*	103,05*	12,80*	8,12*	7,81*	17,02*	8,37*
F (herb)		0,41 ^{ns}	1,87 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,76 ^{ns}	1,51 ^{ns}
F (var*herb)		0,68 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,59 ^{ns}
F (test vs herb em A)		0,17 ^{ns}	7,41*	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,02 ^{ns}
F (test vs herb em B)		0,00 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,19 ^{ns}
F (test vs herb em C)		0,02 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,83 ^{ns}
F (test vs herb em D)		1,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,34 ^{ns}
F (test vs herb em E)		1,30 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}
F (test vs herb em F)		0,09 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,00 ^{ns}
F (entre herb A)		0,10 ^{ns}	3,27 *	0,18 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,26 ^{ns}
F (entre herb B)		0,50 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,85 ^{ns}
F (entre herb C)		0,19 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,67 ^{ns}
F (entre herb D)		2,23 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,39 ^{ns}	1,32 ^{ns}	1,65 ^{ns}
F (entre herb E)		0,34 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,64 ^{ns}	1,87 ^{ns}
F (entre herb F)		0,49 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,35 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); cv (coeficiente de variação); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

4.1.5. Diâmetro dos colmos, qualidade tecnológica e produção de colmos

Os valores médios obtidos para o diâmetro dos colmos, qualidade da matéria-prima expressa pelos teores percentuais de brix, pureza, pol, açúcares redutores(AR)% caldo, açúcar total recuperado (ATR) e fibra%cana e produção de colmos ($t\ ha^{-1}$) encontram-se na Tabela 7. Pode-se observar que houve efeito de variedades e ausência de efeitos de herbicidas e da interação entre variedades e herbicidas para os referidos atributos.

Pelos resultados, apenas a fibra da variedade IACSP94-4004 apresentou valores significativamente maiores para o tratamento testemunha, quando comparado aos dos demais tratamentos.

De maneira geral pode-se inferir que todos os herbicidas utilizados são seletivos para a cultura da cana-de-açúcar e que as diferenças observadas foram em função das características das variedades. Os dados corroboram com aqueles de ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982a) quando estudaram a tolerância de variedades de cana-de-açúcar, pois verificaram que tanto a produção como a qualidade da cana não foram afetadas pelos herbicidas utilizados e que as diferenças apontadas no estudo são devidas às diferentes características varietais e não aos produtos ou doses utilizadas. Estudos conduzidos por SILVA et al. (1996) em dois experimentos avaliaram a tolerância das variedades CB 45-3 e SP-70-1143 de cana-de-açúcar ao flazasulfurom em aplicações isoladas, seqüenciais e combinados com diurom, ametrina, glifosato e 2,4-D. Os autores observaram que as variedades mostraram-se bastantes tolerantes ao flazasulfurom até na maior dose testada ($200\ g\ ha^{-1}$), e que na aplicação seqüencial, em que a dose foi parcelada a tolerância foi ainda maior.

Tabela 7 – Diâmetro de colmos (cm), qualidade tecnológica (teores em %) de brix, pureza, pol, açúcares redutores - AR, açúcar total recuperado - ATR e fibra e produção de colmos (t ha⁻¹) das seis variedades de cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamentos		Qualidade tecnológica							Produção (t ha ⁻¹)
Variedades	Herbicidas	Diâmetro (cm)	% caldo					Fibra	
			Brix	Pureza	Pol	AR	ATR		
IACSP94-2094 (A)	testemunha	2,27	17,85	85,50	13,20	0,61	127,69	10,80	72,06
	diurom + hexazinona	2,32	17,43	85,41	12,91	0,61	125,05	10,64	79,52
	diurom + hexazinona*	2,25	17,01	84,93	12,52	0,63	121,57	10,64	78,00
	metribuzim	2,16	17,76	83,90	12,91	0,66	125,47	10,67	68,67
	tebutiurom	2,30	17,81	84,29	13,12	0,65	127,33	10,20	74,02
	amicarbazona	2,28	17,97	84,81	13,25	0,63	128,39	10,48	72,70
IACSP94-2101 (B)	testemunha	2,55	18,31	85,89	13,68	0,60	132,05	10,47	74,47
	diurom + hexazinona	2,34	17,97	85,95	13,33	0,59	128,75	10,94	76,07
	diurom + hexazinona*	2,43	17,86	84,20	13,12	0,65	127,31	10,28	77,51
	metribuzim	2,31	18,20	85,03	13,39	0,62	129,56	10,77	73,64
	tebutiurom	2,54	18,03	86,07	13,42	0,59	129,54	10,78	77,05
	amicarbazona	2,41	17,22	83,77	12,44	0,66	121,11	11,02	66,33
IACSP93-3046 (C)	testemunha	2,56	17,14	82,59	12,26	0,69	119,73	10,75	72,47
	diurom + hexazinona	2,49	17,92	84,40	13,08	0,64	126,91	10,81	83,39
	diurom + hexazinona*	2,50	17,71	83,25	12,60	0,67	122,66	11,51	72,13
	metribuzim	2,59	18,26	84,70	13,36	0,63	129,39	10,85	82,50
	tebutiurom	2,50	17,64	84,24	12,96	0,65	125,83	10,35	84,43
	amicarbazona	2,60	17,19	83,49	12,46	0,67	121,42	10,59	78,22
IACSP94-4004 (D)	testemunha	2,88	15,64	82,14	11,14	0,71	109,48	10,76	92,83
	diurom + hexazinona	2,67	16,41	80,10	11,56	0,78	113,99	9,91	87,50
	diurom + hexazinona*	2,82	16,22	78,90	11,31	0,82	112,02	9,97	93,07
	metribuzim	2,85	15,17	78,37	10,58	0,84	105,49	9,41	95,03
	tebutiurom	2,59	16,11	78,43	11,18	0,83	110,94	10,04	81,67
	amicarbazona	2,67	15,37	80,32	10,93	0,78	108,19	9,73	76,34
RB72454 (E)	testemunha	2,34	17,12	82,97	12,46	0,69	121,57	9,93	73,30
	diurom + hexazinona	2,70	18,03	86,18	13,55	0,59	130,84	10,28	83,61
	diurom + hexazinona*	2,45	17,69	84,76	13,13	0,64	127,27	10,22	82,74
	metribuzim	2,51	17,10	83,54	12,47	0,67	121,48	10,55	63,01
	tebutiurom	2,37	17,56	83,11	12,68	0,68	123,51	10,70	78,55
	amicarbazona	2,38	17,55	84,83	12,90	0,63	125,09	10,78	73,16
IAC 86-2480 (F)	testemunha	2,73	17,60	83,66	12,72	0,66	123,71	10,89	80,64
	diurom + hexazinona	2,71	16,71	81,65	11,89	0,73	116,63	10,33	75,39
	diurom + hexazinona*	2,64	17,31	83,20	12,39	0,67	120,76	11,13	75,69
	metribuzim	2,56	17,49	82,67	12,51	0,69	122,02	10,78	78,43
	tebutiurom	2,57	17,02	82,85	12,25	0,69	119,65	10,62	75,89
	amicarbazona	2,64	16,37	81,38	11,60	0,74	113,99	10,42	77,19
dms (Tukey 5% ou 10%**)		0,45	2,88	7,37	2,85	0,22	24,62	1,42	30,00
cv (%)		8,86	8,12	4,29	11,04	16,34	9,79	6,55	20,78
F (var)		13,82*	7,09*	7,56*	7,42*	7,86*	7,25*	4,73*	2,39**
F (herb)		0,38 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,54 ^{ns}
F (var*herb)		0,75 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,44 ^{ns}
F (test vs herb em A)		0,01 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,08 ^{ns}
F (test vs herb em B)		1,45 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,00 ^{ns}
F (test vs herb em C)		0,04 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,75 ^{ns}
F (test vs herb em D)		1,67 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2,21 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,76 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,31*	0,47 ^{ns}
F (test vs herb em E)		1,27 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,30 ^{ns}	0,11 ^{ns}
F (test vs herb em F)		0,68 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,21 ^{ns}
F (entre herb A)		0,30 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,31 ^{ns}
F (entre herb B)		0,61 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,35 ^{ns}
F (entre herb C)		0,23 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,30 ^{ns}	2,31 ^{ns}	0,42 ^{ns}
F (entre herb D)		0,95 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,01 ^{ns}
F (entre herb E)		1,36 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,19 ^{ns}
F (entre herb F)		0,30 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,03 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); cv (coeficiente de variação); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹). Tukey 10%**; produção de colmos; dados médios de 4 repetições.

4.2. Tolerância de variedades de girassol aos efeitos residuais de herbicidas no solo

4.2.1. Percentagem de germinação de sementes, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência das plântulas

Os resultados do percentual de germinação das sementes, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência das plântulas de girassol das variedades Uruguai e IAC Iarama, semeadas em solo de canavial previamente tratado com herbicidas após 30 e 90 DAA, podem ser observados na Tabela 8. Nos primeiros 15 dias de avaliação observou-se a presença de efeito de variedades e ausência do efeito de herbicidas e da interação entre variedades e herbicidas para todos os atributos avaliados nas duas épocas de avaliação, em ambas variedades (Tabela 8). As sementes da variedade IAC Iarama apresentaram maior percentual de germinação que a variedade Uruguai, independente de seu cultivo ser em solo tratado com herbicidas após 30 ou 90 dias da aplicação.

Quanto à velocidade de emergência das plântulas verificou-se que a variedade IAC Iarama apresentou maior velocidade de emergência das plântulas quando comparada com a variedade Uruguai.

Observou-se que o índice de velocidade de emergência das plântulas na variedade IAC Iarama quando cultivadas com solo coletado aos 30 e 90 DAA apresentou rápida emergência das plântulas quando comparada com a variedade Uruguai. Isso refletiu em maior vigor das plântulas que apresentaram valores em torno de 7,68 a 9,00 dias em solo com 30 DAA e de 9,10 a 10,03 dias em solo coletado aos 90 DAA.

CARBONARI et al. (2003) quando avaliaram o efeito dos herbicidas trifloxissulfurom-sódico + ametrina e sulfentrazone, utilizados na cultura da cana-de-açúcar, em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), não observaram efeitos dos herbicidas na germinação das sementes utilizadas no estudo.

MORAES et al. (1997) ao utilizar em plântulas de soja o herbicida metribuzim, que mesmo seletivo à cultura em estudo, verificaram que a aplicação da maior dose (0,9 kg i.a. ha⁻¹) ocasionou uma drástica redução no índice de velocidade de emergência e na percentagem de emergência das plântulas.

ZEPKA et al. (2007) ao estudarem em trigo, variedade BRS 179, os efeitos do herbicida pendimetalina (16,75 mg L⁻¹ e 67 mg L⁻¹) observaram também redução na velocidade de germinação, mesmo o herbicida sendo seletivo à cultura. Segundo os autores esse fator pode ser atribuído à velocidade de penetração do herbicida através das membranas das sementes. Assim, os trabalhos de ZEPKA et al (2007) e MORAIS et al. (1997) reforçam a hipótese dos resultados estarem relacionados aos fatores genéticos inerente de cada variedade, tal como foi observado para as variedades de girassol neste trabalho.

Tabela 8 - Percentagem de germinação de sementes, velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de girassol aos 15 DAS (dias após a semeadura) cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Época de avaliação					
		30 DAA			90 DAA		
Variedades	Herbicidas	% germinação	VE	IVE	% germinação	VE	IVE
Uruguai (G1)	testemunha	58,00	36,75	6,13	55,00	28,54	6,20
	diurom + hexazinona	73,00	43,54	7,76	58,00	29,00	6,51
	diurom + hexazinona*	50,00	36,54	5,23	55,00	28,50	6,25
	metribuzim	63,00	46,75	6,57	38,00	21,20	4,26
	tebutiurom	48,00	33,25	5,02	45,00	24,75	5,03
	amicarbazona	68,00	44,50	7,18	50,00	25,75	5,64
IAC Iarama (G2)	testemunha	68,00	38,75	7,27	75,00	38,50	8,52
	diurom + hexazinona	80,00	49,25	8,57	80,00	37,68	9,10
	diurom + hexazinona*	73,00	49,50	7,68	85,00	40,50	9,73
	metribuzim	78,00	52,40	8,20	83,00	42,75	9,35
	tebutiurom	80,00	52,31	8,50	88,00	43,00	9,96
	amicarbazona	85,00	55,15	9,00	88,00	41,00	10,03
dms (Tukey 5%)		31,90	25,39	3,36	25,75	15,52	2,91
cv (%)		21,95	26,60	21,81	18,21	21,83	18,13
F (var)		16,33*	7,34*	17,06*	88,73*	45,94*	92,34*
F (herb)		1,66 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,79 ^{ns}
F (var*herb)		0,73 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,50 ^{ns}
F (test G1 vs herb G1)		0,09 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,79 ^{ns}
F (test G2 vs herb G2)		1,96 ^{ns}	3,93 ^{ns}	1,67 ^{ns}	2,05 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,19 ^{ns}
F (test G1 vs test G2)		0,89 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,03 ^{ns}	5,46*	3,72 ^{ns}	5,74*
F (entre herb G1)		2,18 ^{ns}	0,86 ^{ns}	2,38 ^{ns}	1,73 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,79 ^{ns}
F (entre herb G2)		0,38 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,34 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

4.2.2. Sintomas visuais de intoxicação, teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila a

No final do período de avaliação aos 15 DAS, pode ser observado na Tabela 9 efeito de variedades, de herbicidas e da interação entre variedades e herbicidas. Em relação aos efeitos entre as variedades, quando as plantas foram cultivadas em solo coletado aos 30 DAA, verificou-se ausência dos sintomas visuais de intoxicação. Esses possivelmente podem estar associados ao fato dos herbicidas aplicados em pré-emergência ainda não terem se espalhado pelo solo e possivelmente ter ficado retido em parte pela camada de palha (MACIEL et al. 2007) especialmente devido a pouca intensidade chuvas até o momento da coleta (apenas 52,40 mm, conforme Tabela 3).

Entretanto, em solo coletado aos 90 DAA constatou-se aos 15 DAS, em ambas variedades, leves sintomas de intoxicação nas plantas de girassol, caracterizados pelo amarelo e pontas secas nas folhas. Isso possivelmente pode estar associado à quantidade de chuvas (357,40 mm) que contribuiu para que os herbicidas melhor ultrapassassem a camada de palha e se distribuíssem pelo perfil do solo, conseqüentemente, resultando em maior quantidade de herbicidas na amostra coletada.

Os efeitos observados para herbicidas foram mais pronunciados quando comparou-se os tratamentos herbicidas em relação à testemunha, mas, entre tratamentos herbicidas não ocorreram diferenças. O amarelecimento observado nas folhas das plantas pode estar associado ao modo de ação dos herbicidas, pois todos são inibidores do fotossistema II. Esses sintomas também foram observados nas plantas de cana-de-açúcar no campo e, segundo CHRISTOFFOLETI (1997) é reflexo da inibição da transferência de elétrons com conseqüente não formação de ATP no processo fotossintético.

Os leves sintomas de intoxicação provocados pelos herbicidas inibidores do fotossistema II, embora presentes em ambas variedades aos 15 DAS, quando cultivadas em solo coletado aos 90 DAA, não foram suficientes para proporcionarem alterações no teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila a

(F_v/F_m), em ambas épocas avaliadas (Tabela 10). Esses resultados possivelmente estão relacionados à menor quantidade de resíduos dos herbicidas presente nas amostras coletadas. Possivelmente 90 DAA dos herbicidas foi suficiente para que parte das moléculas de herbicidas no solo tenham sido degradadas por diferentes fatores do meio (microrganismos, luz, temperatura, etc) e a quantidade restante não tenha sido suficiente para causar danos aos atributos estudados.

Segundo BLANCO & VELINE (2005) o herbicida sulfentrazone, típico da cultura da cana-de-açúcar, aplicado em área com soja, não apresentou efeitos de sua toxicidade residual nas culturas sucedâneas que incluía o girassol (variedade Uruguai), demonstrando ser seletivo mesmo quando se utilizou a maior dose ($1,20 \text{ kg i.a ha}^{-1}$) aos 30 dias após o plantio.

Tabela 9 - Notas dos sintomas visuais de intoxicação observados aos 15 DAS (dias após a semeadura) em variedades de girassol cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento	Época de avaliação		
	30 DAA	90 DAA	
Variedades	Sintomas de intoxicação (%)	Sintomas de intoxicação (%)	
Uruguai (G1)	testemunha	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	5,00	17,50
	diurom + hexazinona*	2,50	15,00
	metribuzim	2,50	17,50
	tebutiurom	7,50	10,00
	amicarbazona	10,00	17,50
IAC Iarama (G2)	testemunha	0,00	0,00
	diurom + hexazinona	10,00	20,00
	diurom + hexazinona*	10,00	25,00
	metribuzim	10,00	20,00
	tebutiurom	7,50	27,50
	amicarbazona	5,00	25,00
dms (Tukey 5%)	7,91	10,02	
cv (%)	63,88	29,00	
F (var)	5,40*	24,00*	
F (herb)	4,92*	23,18*	
F (var*herb)	3,60*	3,75*	
F (test G1 vs herb G1)	7,26*	36,04*	
F (test G2 vs herb G2)	17,34*	82,84*	
F (test G1 vs test G2)	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	
F (entre herb G1)	2,55 ^{ns}	1,59 ^{ns}	
F (entre herb G2)	1,20 ^{ns}	1,69 ^{ns}	

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); diurom + hexazinona ($1170 \text{ g kg}^{-1} + 330 \text{ g kg}^{-1}$); diurom + hexazinona* ($1865 \text{ g kg}^{-1} + 234 \text{ g kg}^{-1}$); metribuzim (2400 g L^{-1}); tebutiurom (1200 g kg^{-1}) e amicarbazona (1260 g kg^{-1}); dados médios de 4 repetições.

Tabela 10 – Teor relativo de clorofila total e razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m), das variedades de girassol mensurados aos 30 DAS (dias após a semeadura) cultivadas em solo com aplicação de herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Época de avaliação			
		30 DAA		90 DAA	
Variedades	Herbicidas	Teor relativo de clorofila total	F_v/F_m da fluorescência da clorofila <i>a</i>	Teor relativo de clorofila total	F_v/F_m da fluorescência da clorofila <i>a</i>
Uruguai (G1)	testemunha	26,60	61,88	21,55	80,22
	diurom + hexazinona	27,85	60,53	20,92	80,30
	diurom + hexazinona*	26,42	64,63	19,42	81,67
	metribuzim	27,20	62,58	23,70	80,02
	tebutiurrom	26,17	59,93	20,52	81,12
	amicarbazona	29,10	71,85	19,80	77,80
IAC Iarama (G2)	testemunha	28,52	71,78	21,47	80,37
	diurom + hexazinona	29,60	70,30	20,15	80,17
	diurom + hexazinona*	24,05	70,68	19,82	77,55
	metribuzim	23,27	59,00	20,65	80,62
	tebutiurrom	26,17	62,45	21,25	82,17
	amicarbazona	23,77	64,55	22,52	82,17
	dms (Tukey 5%)	8,21	33,54	5,24	7,71
	cv (%)	14,53	24,25	11,75	4,51
	F (var)	1,41 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,09 ^{ns}
	F (herb)	1,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,29 ^{ns}
	F (var*herb)	1,23 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,13 ^{ns}
	F (test G1 vs herb G1)	0,13 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,00 ^{ns}
	F (test G2 vs herb G2)	2,22 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	F (test G1 vs test G2)	0,50 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
	F (entre herb G1)	0,36 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,19 ^{ns}	0,61 ^{ns}
	F (entre herb G2)	1,74 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,99 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurrom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

4.2.3 Número de folhas, altura e massa seca

O desenvolvimento das plantas de ambas as variedades de girassol foram mensurados a partir dos atributos número de folhas, altura e massa seca inicial e final das plantas, quando cultivadas em solo coletado aos 30 e 90 dias após a aplicação dos herbicidas (Tabelas 11, 12 e 13).

Para o número de folhas observou-se significância para o efeito de variedades apenas aos 30 DAS quando as variedades cresceram em solo coletado aos 90 DAA, efeito de herbicidas aos 30 e 50 DAS quando cultivadas em solo coletado aos 30 e 90 DAA e ausência da interação entre variedades e herbicidas nas duas épocas avaliadas.

Ao observar o número de folhas das variedades obtidos aos 30 DAS, em solo coletado aos 30 e 90 DAA, constatou-se que as folhas emitidas foram bem próximas entre as variedades. Aos 30 DAS com a utilização do solo coletado aos 30 DAA, a variedade Uruguai diferiu ligeiramente da testemunha somente quando as plantas foram cultivadas em solo contendo a mistura pronta diurom + hexazinona ($1170 \text{ g kg}^{-1} + 330 \text{ g kg}^{-1}$). Na variedade IAC Iarama com exceção das plantas que foram cultivadas em solo contendo o herbicida amicarbazona, todos apresentaram apenas uma folha a mais que a testemunha.

Quando as plantas foram cultivadas em solo coletado aos 90 DAA, observou-se aos 50 DAS que o herbicida amicarbazona proporcionou menor número de folhas o que provavelmente pode ser reflexo de estresse proporcionado pelo herbicida sobre as plantas.

A partir dos resultados das médias das variedades para o atributo altura (Tabela 12) observou-se efeito de variedades apenas aos 15 DAS para as duas épocas de coleta de solo (30 e 90 DAA), efeito de herbicidas aos 30 DAS quando da coleta realizada aos 30 DAA e ausência da interação entre variedades e herbicidas.

Nesse sentido, observando a altura das plantas da variedade IAC Iarama pode-se verificar que quando cultivadas no solo coletado aos 30 DAA, aos 15 DAS que a altura das plantas foram ligeiramente maior quando comparada com a variedade Uruguai. Verificou-se também que as plantas da variedade Uruguai cultivadas sobre o solo tratado com herbicidas após 30 dias da aplicação apresentaram menores alturas para o tratamento com diurom + hexazinona ($1865 \text{ g kg}^{-1} + 234 \text{ g kg}^{-1}$), conforme observa-se na Tabela 12. Esses resultados de efeitos de variedades sugerem novamente que as diferenças observadas são atributos da genética de cada variedade, pois as diferenças observadas referem-se aos tratamentos testemunha.

O efeito de herbicida observado aos 30 DAA na variedade Uruguai pode estar relacionado ao estresse proporcionado pelo herbicida diurom + hexazinona ($1865 \text{ g kg}^{-1} + 234 \text{ g kg}^{-1}$), com recuperação aos 50 DAS. Segundo MORAES et al. (1997) o herbicida metribuzim (0,0; 0,3; 0,6 e 0,9 kg ha^{-1}) aplicados em sementes de soja reduziu a altura média, o número de folhas, mesmo sendo seletivo à cultura.

Para as avaliações de massa seca inicial e final realizadas aos 15 e 50 DAS (Tabela 13) para cada coleta de solo (30 e 90 DAA), observou-se para a massa seca inicial das plântulas, efeito de variedades apenas com o solo coletado aos 90 DAA, ausência do efeito de herbicidas e da interação entre variedades e herbicidas. Para a massa seca final verificou-se ausência para o efeito de variedades e da interação entre variedades e herbicidas, e efeito de herbicidas apenas quando foram cultivadas em solo coletado aos 30 DAA.

Os testes provaram decréscimos na massa seca inicial (15 DAS) das plântulas das variedades quando as plantas foram crescidas nas duas épocas de coleta (30 e 90 DAA). Com o solo coletado aos 30 DAA as variedades foram estatisticamente iguais, ocorrendo uma variação numérica muito pequena entre elas. Enquanto quando cultivadas em solo coletado aos 90 DAA houve diferença significativa entre as variedades, com a IAC larama apresentando ligeiramente maior massa seca inicial quando comparada com a testemunha e com a variedade Uruguai, especialmente quando presente no solo o herbicida amicarbazona.

Confrontando os resultados obtidos para a massa seca final verificou-se que as variedades apresentaram quando cultivadas no solo aos 30 e 90 DAA redução na massa seca final evidenciando a sensibilidade das mesmas aos herbicidas utilizados no estudo. Quanto ao efeito de herbicidas aos 50 DAS quando as plantas foram cultivadas em solo coletado aos 30 DAA observou-se que a variedade IAC larama quando cultivada em solo contendo a mistura pronta diurom + hexazinona formulado com ($1170 \text{ g kg}^{-1} + 330 \text{ g kg}^{-1}$) apresentou maior massa seca inicial refletindo em acréscimos no acúmulo de massa seca final.

Tabela 11 – Número de folhas das plantas de girassol cultivadas em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Época de avaliação			
		30 DAA		90 DAA	
Variedades	Herbicidas	Número de folhas		Número de folhas	
		30 DAS	50 DAS	30 DAS	50 DAS
Uruguai (G1)	testemunha	5,00	9,00	5,00	7,00
	diurom + hexazinona	6,00	9,00	6,00	7,00
	diurom + hexazinona*	4,00	7,00	6,00	6,00
	metribuzim	4,00	9,00	6,00	6,00
	tebutiurom	4,00	8,00	6,00	7,00
	amicarbazona	5,00	8,00	6,00	4,00
IAC Iarama (G2)	testemunha	4,00	8,00	5,00	7,00
	diurom + hexazinona	5,00	8,00	6,00	6,00
	diurom + hexazinona*	5,00	8,00	5,00	6,00
	metribuzim	5,00	7,00	5,00	5,00
	tebutiurom	5,00	7,00	5,00	6,00
	amicarbazona	4,00	7,00	5,00	5,00
	dms (Tukey 5%)	1,70	4,07	1,41	2,85
	cv (%)	16,77	24,06	12,30	21,97
	F (var)	0,29 ^{ns}	1,84 ^{ns}	6,22*	0,29 ^{ns}
	F (herb)	2,57*	0,45 ^{ns}	0,95 ^{ns}	3,01*
	F (var*herb)	2,23 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,68 ^{ns}
	F (test G1 vs herb G1)	0,08 ^{ns}	1,10 ^{ns}	4,52*	1,67 ^{ns}
	F (test G2 vs herb G2)	0,93 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2,67 ^{ns}
	F (test G1 vs test G2)	0,44 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,00 ^{ns}
	F (entre herb G1)	3,79*	0,72 ^{ns}	0,20 ^{ns}	2,94*
	F (entre herb G2)	2,12 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,67 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

Tabela 12 – Altura (cm) das variedades de girassol cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Época de avaliação					
		30 DAA			90 DAA		
Variedades	Herbicidas	Altura (cm)			Altura (cm)		
		15 DAS	30 DAS	50 DAS	15 DAS	30 DAS	50 DAS
Uruguai (G1)	testemunha	2,50	9,62	23,62	3,54	10,31	17,00
	diurom + hexazinona	3,26	13,00	27,50	4,02	12,50	19,31
	diurom + hexazinona*	2,47	8,68	19,75	2,99	9,68	15,37
	metribuzim	2,51	10,31	23,12	3,35	12,75	19,75
	tebutiurom	3,54	10,31	21,75	3,77	12,43	19,43
	amicarbazona	3,09	13,12	25,25	3,75	13,18	15,00
IAC Iarama (G2)	testemunha	3,79	11,35	18,50	6,44	13,25	17,75
	diurom + hexazinona	5,03	12,62	22,37	5,60	12,25	18,12
	diurom + hexazinona*	3,87	11,75	22,75	5,66	11,50	15,25
	metribuzim	4,25	11,00	21,75	5,70	12,18	17,12
	tebutiurom	3,84	11,68	20,37	6,16	13,18	17,87
	amicarbazona	4,02	11,25	20,87	6,53	11,93	15,75
dms (Tukey 5%)		1,54	3,68	9,67	1,81	4,12	7,47
cv (%)		20,60	15,42	20,40	17,80	16,03	20,30
F (var)		35,01*	2,35 ^{ns}	3,33 ^{ns}	98,28*	1,05 ^{ns}	0,43 ^{ns}
F (herb)		2,14 ^{ns}	2,87*	0,91 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,66 ^{ns}
F (var*herb)		1,17 ^{ns}	1,98 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,62 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,30 ^{ns}
F (test G1 vs herb G1)		1,44 ^{ns}	2,38 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,87 ^{ns}	0,16 ^{ns}
F (test G2 vs herb G2)		1,09 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,23 ^{ns}
F (test G1 vs test G2)		6,33*	1,98 ^{ns}	2,54 ^{ns}	23,17*	4,59*	0,09 ^{ns}
F (entre herb G1)		1,60 ^{ns}	5,60*	1,87 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,14 ^{ns}	1,68 ^{ns}
F (entre herb G2)		1,75 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,49 ^{ns}

dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona* (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurom (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

Tabela 13 – Massa seca inicial e final (g) avaliados aos 15 e 50 DAS (dias após a semeadura) das variedades de girassol cultivados em solo previamente tratados com herbicidas proveniente da soqueira da cana-de-açúcar aos 30 e 90 DAA (dias após a aplicação). Ribeirão Preto, 2007/2008.

Tratamento		Época de avaliação			
		30 DAA		90 DAA	
Variedades	Herbicidas	Massa seca (g)		Massa seca (g)	
		15 DAS	50 DAS	15 DAS	50 DAS
Uruguai (G1)	testemunha	0,08	1,14	0,04	0,03
	diurom + hexazinona	0,08	1,42	0,04	0,07
	diurom + hexazinona*	0,08	0,47	0,04	0,12
	metribuzim	0,07	1,13	0,06	0,10
	tebutiurum	0,04	0,39	0,05	0,13
	amicarbazona	0,07	0,88	0,06	0,24
IAC Iarama (G2)	testemunha	0,07	0,63	0,07	0,05
	diurom + hexazinona	0,09	1,81	0,07	0,08
	diurom + hexazinona*	0,06	0,45	0,07	0,06
	metribuzim	0,10	0,41	0,07	0,08
	tebutiurum	0,07	0,44	0,07	0,10
	amicarbazona	0,07	0,50	0,12	0,07
dms (tukey 5%)		0,05	1,59	0,07	0,21
cv (%)		32,54	92,68	50,64	100,73
F (var)		0,63 ^{ns}	0,85 ^{ns}	10,06*	2,33 ^{ns}
F (herb)		1,56 ^{ns}	2,67*	1,52 ^{ns}	1,28 ^{ns}
F (var*herb)		1,29 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,05 ^{ns}
F (test G1 vs herb G1)		1,08 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,32 ^{ns}	3,86*
F (test G2 vs herb G2)		0,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}
F (test G1 vs test G2)		0,31 ^{ns}	0,91 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,07 ^{ns}
F (entre herb G1)		1,37 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,52 ^{ns}
F (entre herb G2)		1,80 ^{ns}	4,10*	1,73 ^{ns}	0,09 ^{ns}

plantas oriundas do desbaste aos 15 dias após semeadura. dms (diferença mínima significativa dentro de variedade); diurom + hexazinona (1170 g kg⁻¹ + 330 g kg⁻¹); diurom + hexazinona (1865 g kg⁻¹ + 234 g kg⁻¹); metribuzim (2400 g L⁻¹); tebutiurum (1200 g kg⁻¹) e amicarbazona (1260 g kg⁻¹); dados médios de 4 repetições.

5. CONCLUSÕES

As variedades IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP93-3046, IACSP94-4004, RB72454 e IAC 86-2480 não foram prejudicadas pelos herbicidas, apenas apresentaram diferenças inerentes à própria genética. Em todas as variedades observou-se apenas leves sintomas de intoxicação na fase inicial de desenvolvimento e não se constatou nenhum prejuízo ao aparato fotossintético, avaliado pelo teor relativo de clorofila total, mas quando avaliado pela razão de fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m) apresentou redução que não foi suficiente para prejudicar a altura, estande, qualidade tecnológica e produção das diferentes variedades de cana-de-açúcar estudadas. O solo tratado com os herbicidas apresentou indícios de resíduo até 90 dias após a aplicação,

devido aos sintomas de intoxicação e aos prejuízos observados sobre a altura, número de folhas e massa seca das plantas de girassol das variedades Uruguai e IAC Iarama.

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL, 2007: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2007. p. 23-28.

ANDEF - Associação nacional de defensivos agrícolas. **Defesa vegetal**. São Paulo, 1987. 19 p.

AZANIA, C. A. M. **Controle de plantas infestantes com diferentes herbicidas e sua seletividade às soqueiras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Jaboticabal, 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. M. Invasoras. **Caderno Técnico Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 79, n. 5, p. 3-10, 2005.

AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M.; FURTADO, D. E. Biologia e manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006a. p. 173 -191.

AZANIA, C. A. M.; ROLIM, J. C.; AZANIA, A. A. P. M.; SCHIAVETTO, A. R.; VANZELA, I. P. Seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar. **Energia Brasileira**, Araçatuba, v. 2, n. 17, p. 56-60, 2008.

AZANIA, C. A. M.; ROLIM, J. C.; CASAGRANDE, A. A.; LAVORENTI, N. A.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de herbicidas. II – aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 669-675, 2005.

AZANIA, C. A. M.; ROLIM, J. C.; CASAGRANDE, A. A.; LAVORENTI, N. A.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de herbicidas. III – aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 489-495, 2006b.

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

BLANCO, H. G. Destino, comportamento e resíduos dos herbicidas no solo. **Biológico**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 225-248, 1979.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A. Persistência de herbicidas em Latossolo Vermelho-amarelo em cultura de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 7, p. 681-687, 1987.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO C.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E. Manejo de plantas daninhas no girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 411-464.

BRIGHENTI, A. M.; MORAES, V. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; GAZZIERO, D. L. P.; BARROSO, A. L. L.; GOMES, J. A. Persistência e fitotoxicidade de herbicidas aplicados na soja sobre o girassol em sucessão. Nota científica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 559-565, 2002.

CARBONARI, C. A. **Eficácia do herbicida amicarbazona em aplicação conjunta com a colheita de cana-de-açúcar no controle das principais plantas daninhas da cultura.** Botucatu, 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

CARBONARI, C. A.; NEGRISOLI, E.; COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; CAVARIANI, C.; SILVA, T. R. B. Efeito dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina, sulfentrazone e halosulfuron na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 18, n. 1, 2003.

CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M.; BRITO, C. H.; BARRETO, A. F. **Plantas daninhas e sua resistência aos herbicidas** . Revista Caatinga, Mossoró, v.17, n.1, p.32-38, 2004.

CARVALHO, F. T.; PEREIRA, F. A. R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R. R. B. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 145-150, 2002.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar.** Jaboticabal: Funep, p. 1-30, 1991.

CASELEY, J. C. **Revisión sobre la acción de los herbicidas.** cap. 10. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm#revisión%20sobre%20la%20acción%20de%20los%20herbicidas.com.br>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

CASTRO C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol.** Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1997, 36 p. (Circular Técnica, 13).

CATUNDA, M. G., FREITAS, S. P., OLIVEIRA, J. G.; SILVA, C. M. M. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 115-121, 2005.

CECHIN, I. Uso de sistemas portáteis de fluorescência na avaliação do estresse. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, São Carlos. **Anais...**São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 1996, p. 1-28.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 31-47.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: I SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, Dourados. **Resumos...**1997, p. 75-97.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas**. Disponível em: <<http://www.ppi-far.org/Anais%20Jacob%.com.br>>. Acesso em: 18 mai. 2007.

CIDADE, D. A. P.; GARCIA, R. O.; DUARTE, A. C. Morfogênese in vitro de variedades brasileiras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 385-391, 2006.

COLE, D. J. Detoxification and activation of agrochemicals in plants. **Pesticide Science**, New York, v. 42, n. 3, p. 209-222, 1994.

CONSECANA: Conselho de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool de São Paulo. **Manual de Instruções**. 5ª ed. Piracicaba, 2006, 112 p. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/publicacoes.com.br>>. Acesso em: 18. jul. 2008.

CONSTANTIN, J. Cana-de-açúcar – seletividade de herbicidas. **Correio Agrícola**, São Paulo, n. 2, p.18-19, 2001.

COUTINHO, C. F. B.; TANIMOTO, S. T.; GALLI, A.; GARBELLINI, G. S.; TAKAYAMA, M.; AMARAL, R. B.; MAZO, L. H.; AVACA, L. A.; MACHADO, S. A. S. Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 65-72, 2005.

EMBRAPA: **Sistema de Produção**. nº 1. Tecnologias de Produção Girassol. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/importancia.htm>>. Acesso em: 30 set. 2008.

ESPIRONELO, A. Cana-de-açúcar: In: RAIJ, B. V.; SILVA, N. M. da; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. **Recomendações de abudação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1992. 107 p. (Boletim Técnico, 100).

FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; VENTRELLA, M. C.; BARBOSA, M. H. P.; PROCÓPIO, S. O.; REBELLO, V. P. A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005a.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. In: V Congresso Brasileiro de Algodão, **Anais.....** Salvador, p 1- 4, 2005b.

FERRI, M. V. W.; VIDAL R. A. Persistência do herbicida acetochlor em função de sistemas de preparo e cobertura com palha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 399-404, 2003.

FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. III – Imazaquin e Imazethapyr. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994a.

FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. IV – Rendimento de aquênios e componentes do rendimento. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 44-51, 1994b.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; PEREIRA, A. S.; MATALLO, M. B.; LUCHINI, L. C. Movimento do herbicida tebutiuram em dois solos representativos das áreas de recarga do aquífero Guarani. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 479-483, 2006.

GONÇALVES, A. H.; SILVA, J. B.; LUNKES, J. A. Controle da tiririca (*Cyperus rotundus*) e efeito residual sobre a cultura do feijão do herbicida imazapyr. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 435-443, 2001.

GRACIANO, P. A.; RAMALHO, J. F. G. P. Efeito da matoinfestação na cultura da cana-de-açúcar. **Stab: Açúcar, Álcool e Subproduto**, Piracicaba, v. 1, n. 5, p. 22-24, 1983.

HARRISON, H. F. JR. Developing herbicide-tolerant crop cultivars: introduction. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, n. 3, p. 613-614, 1992.

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

IAC - Instituto Agronômico de Campinas. **Variedades de cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Centros/CentroCANA/PRINCIPAL.htm.com.br>>. Acesso em: 13 dez. 2007a.

IAC - Instituto Agrônomo de Campinas. **Variedades de girassol**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Girassol/Girassol.com.br>>. Acesso em: 13 dez. 2007b.

IAC CIIAGRO: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Quadro de temperatura mensal**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/qTmedPeriodo.asp.com.br>>. Acesso em: 01 jul. 2008b.

IAC CIIAGRO: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas: **Quadro de chuva mensal**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp.com.br>>. Acesso em: 01 jul. 2008a.

JAVARONI, R. C. A.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Comportamento dos herbicidas atrazina e alaclor aplicados em solo preparado para o cultivo de cana-de-açúcar. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 58-64, 1999.

KARAM, D. **Plantas daninhas na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. p 1-3. (Comunicado Técnico, 74).

KISSMANN, K. G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Disponível em: <<http://www.hrac-br.com.br>>. Acesso em: 20 jul. 2008.

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**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.

LANDELL, M. G. A. Método experimental: Ensaio de competição em cana-de-açúcar. In: MARTINS, A. L. M.; LANDELL, M. G. A. **Conceitos e critérios para avaliação**

experimental em cana-de-açúcar utilizados no Programa Cana IAC. Pindorama: Instituto Agrônômico, 1995. p. 2-14.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; PRADO, H.; SILVA, M. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SANTOS, A. S.; PERECIN, D.; ROSSETO, R.; SILVA, D. S.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLO, J. C.; VEIGA FILHO, A. A.; ANJOS, I. A.; AZANIA, C. A. M.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. A. C. D. **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil.** IAC, 2005. 33 p. (Boletim técnico, 197).

LANDELL, M. G. A.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; VASCONCELOS, A. C. M.; PINTO, L. R.; CRESTE, S. Desenvolvimento e critérios de manejo de variedades. In: RIPOLI, T. C. C. P.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: Estado da arte.** Piracicaba: TCC, 2006, v. 1, p.163-172.

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO C.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, C. G. P. ; OLIVEIRA, A. C. B. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 1-5. (Comunicado Técnico, 78).

LOUX, M. M.; LIEBL, R. A.; SLIFE, F. W. Availability and persistence of imazaquin, imazethapyr and clomazone in soil. **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 1, p. 259-267, 1989.

MACIEL, C. D. G.; ROSSI, C. V. S.; NEGRISOLI, E. E.; CORRÊA, M. R. Corda-de-viola. **Caderno Técnico Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 5, n^o 95, p 2-7, 2007.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: < http://www.extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_const.com.br>. Acesso em: 15 jul. 2008.

MARCHIORI JR, O.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; INOUE, M. H.; PIVETTA, J. P.; CAVALIERI, S. D. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 491-499, 2005.

MARTINI, G.; DURIGAN, J. C. Influência do teor de água na superfície do solo sobre a eficácia e seletividade do flazasulfuron, na cultura de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 259-267, 2004.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 225-274.

MORAES, D. M.; FILHO, B. G. S.; VILLELA, F. A.; SANTOS, D. S. B. Efeito do metribuzim sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p.159-163, 1997.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R. D. ; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 49-85.

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

NETAFIM: **Gerenciamento de ervas daninhas**. Disponível em: <http://www.sugarcane.crops.com/p/agronomic_practices/weed_management.com.br>. Acesso em: 13 jul. 2008.

NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Ed). **Casos potenciais de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3 ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2008. p. 97-108.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. INTRODUÇÃO AO CONTROLE QUÍMICO. cap 6, p. 1-14.

Disponível

em:<http://www.dag.uem.br/napd/disciplinas/atualizacao/graduacao/cien_plan_dan/cap_6.pdf.com.br>. Acesso em: 24 set. 2008c.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Mecanismos de ação de herbicidas**. cap 7, p.1-36.

Disponível

em:<http://www.dag.uem.br/napd/disciplinas/atualizacao/graduacao/cien_plan_dan/cap_7.pdf.com.br>. Acesso em: 18 mai. 2008b.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. cap. 9, p. 1-16. Disponível em:

<http://www.dag.uem.br/napd/disciplinas/atualizacao/graduacao/cien_plan_dan/cap_7.pdf.com.br>. Acesso em: 18 mai. 2008a.

PÁGINA RURAL - **Cana forrageira IAC 86-2480**. Disponível em:

<<http://www.paginarural.com.br>>. Acesso em: 13 dez. 2007.

PEÑAHERRERA-COLINA, L. A.; SOUZA, I. F.; GUILHERME, L. R. G.; BUENO FILHO, J. S. S. Persistência biológica de ametryn, diurom e oxyfluorfen no solo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 980-987, 2005.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A. QUEIROZ, M. E. L. R.; PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SANTOS, E. A.; CECON, P. R. Seleção de plantas com potencial para fitorremediação de tebutiurom. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 451-458, 2003a.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; FERREIRA, L. R. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 335-341, 2003b.

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

PMGCA - **Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar UFSCar** Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/html.php.com.br>>. Acesso em: 13 dez. 2007.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; PIRES, F. R.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, L. R. Seleção de plantas com potencial para fitorremediação de solos contaminados com o herbicida trifloxysulfuron sodium. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 315-322, 2004.

RIBEIRO, R. V.; DOS SANTOS, M. G.; SOUZA, G. M.; MACHADO, E. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; ANGELOCCI, L. R.; PIMENTEL, C. Environmental effects on photosynthetic capacity of bean genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 615-623, 2004.

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

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Apostila. Botucatu: Instituto de Biociências, 1995. p. 1-10.

ROLIM, J. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao herbicida tebutiuram. **IAA-Planalsucar**, Araras, p.1-21, 1982a.

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

ROSENTHAL, M. D.; SILVA, T. H. M.; MENEGHELLO, G. E.; RIGOLI, R. P.; NUNES, D. R.; GIORGI, F.; CARNEIRO, J. C.; SGANZERLA, D. C. **Análise do crescimento de espécies forrageiras na presença de resíduos do herbicida BAS 714 durante o processo germinativo.** Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2005/arquivos/CA_00493.rtf.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2008.

SANTOS, M. V.; FREITAS, F. C. L. FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; TUFFI SANTOS, L. D.; FONSECA, D. M. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 391-398, 2006.

SAS Institute. **SAS Version 9.1.3 [Computer software]**. Cary, NC. 2004.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, M. F.; Tolerância da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) ao flazasulfuron em aplicações isoladas, seqüenciais e em misturas com outros herbicidas e seus efeitos sobre a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e outras espécies de plantas daninhas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 245, p. 102-111, 1996.

SILVA, A. A.; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, J. F. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2003. 260 p.

SOUZA, R. T.; CONSTANTIN, J.; VELINI, E. D.; MONTORIO, G. A.; MACIEL, C. D. G. Seletividade de combinações de herbicidas latifolicidas com lactofen para a cultura de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 99-106, 2002.

ÚNICA: Portal do Agronegócio - **Safra de cana-de-açúcar 2008/09**. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>>. Acesso em: 30 abri. 2008.

VELINI, E. D.; FREDERICO, L. A.; MORELLI, J. L.; KOJIMA, K. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência, sobre o crescimento e produtividade de soqueiras de nove cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, **Anais....** Águas de São Pedro, p. 125-128, 1993.

ZEPKA, A. P. S.; LARRÉ, C. F.; LOPES, N. F. Efeito do herbicida pendimethalin na germinação de sementes de trigo. Nota científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 630-632, 2007.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)