

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

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA DETERMINAR A
SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA
CANA-DE-AÇÚCAR**

Carlos Alberto Mathias Azania

Orientador: Prof. Dr. Aílto Antonio Casagrande

Co-orientador: Prof. Dr. José Carlos Rolim

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Abril de 2004

A991c Azania, Carlos Alberto Mathias
Comparação de métodos para determinar a seletividade de
herbicidas na cultura da cana-de-açúcar / Carlos Alberto Mathias Azania.
-- Jaboticabal, 2004
vi, 116 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2004

Orientador: Aílto Antonio Casagrande

Banca examinadora: Miguel Angelo Mutton, Robert Deuber,
Norberto Antonio Lavorenti, Edivaldo Domingues Velini
Bibliografia

1. Cana-de-açúcar. 2. Herbicidas. 3. Seletividade. I. 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

CARLOS ALBERTO MATHIAS AZANIA – nascido em 04 de abril de 1974, em Araras, SP, é Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de São Carlos em Araras, em 1998. Em março de 1999 iniciou curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) finalizando em dezembro de 2000, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. No primeiro semestre de 2001 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) finalizando em abril de 2004, também na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal.

CERTEZA

De tudo, ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre começando...

A certeza de que precisamos continuar...

A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar....

Portanto devemos:

Fazer da interrupção um caminho novo ...

Da queda um passo de dança...

Do medo, uma escada..

Do sonho, uma ponte...

Da procura, um encontro...

(Fernando Pessoa)

Aos meus pais Antonio e Clementina
Minhas avós “Cida” e “Gi”
Meu irmão Rafael
Pelo apoio, compreensão, confiança e amor
Ao meu querido avô Antonio
Pelo seu exemplo de humildade,
que ficaria feliz por mais esta etapa
de minha vida.

DEDICO

À minha esposa Andréa
Pelo seu amor, companheirismo,
dedicação e incentivo
em todos os momentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar minha vida e os caminhos que trilhei, para que hoje pudesse desenvolver e escrever meu trabalho de dissertação.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

Aos meus orientadores, Prof. Ailton Antonio Casagrande e Prof. José Carlos Rolim, pela orientação, dedicação, amizade, paciência e por serem meus maiores incentivadores.

Ao Prof. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, Prof^a Maria do Carmo Morelli Damasceno Pavani, Prof. Miguel Angelo Mutton, Prof. Marcos Omir Marques, pela amizade e sugestões ao longo do trabalho e na banca do exame de qualificação.

Aos membros da banca examinadora, Professores: Norberto Antonio Lavorenti, Robert Deuber, Miguel Angelo Mutton e Edivaldo Velini, pela valiosa contribuição com suas sugestões.

À Universidade Federal de São Carlos, especialmente ao Prof. José Carlos Casagrande por ter viabilizado as análises de solo em seu laboratório e ao técnico Ernesto Favetta, por ter colaborado com a aplicação dos herbicidas e colheita dos experimentos.

Ao Prof. José Antonio Mendes pelo apoio e incentivo em todos esses anos.

Ao Sítio Retiro, às pessoas de Irineu, Percival, Walter e Waldiney Pastre pela concessão da área do experimento, máquinas e funcionários, em especial às pessoas de Geraldo e Güerino.

À Associação dos Fornecedores de Cana de Fracicaba (AFOCAPI), em especial ao Engenheiro Agrônomo Marcos Fahrat e a Técnica de Laboratório Silvana, pela realização das análises tecnológicas.

Ao meu pai Antônio, meu irmão Rafael, aos meus cunhados Léo e Luana e minha esposa Andréa, pela ajuda nas avaliações de campo.

Às secretárias dos Departamento de Produção Vegetal (Fitotecnia), Mariângela e Marisa, por estarem sempre dispostas a ajudar.

À bibliotecária Ana Silvia pelas correções das referências bibliográficas.

Aos amigos: Patrícia e Clodoaldo, Cristiane Carvalho, Marcelo da Costa, Juarez Penso, Ana Márcia, Toninho e Denis, Reginaldo e Vanda, Paulo e Patrícia, Vivi Zorzo, Dona Cleonice (*"in memoriam"*), André May, Nuno e Hayda, Ana Carolina, Maria Rosângela e Grisel pelos momentos de alegrias e dificuldades que passamos juntos durante a caminhada.

À Clementina, Antonio e Rafael, pela compreensão nos momentos em que ficamos distantes e as vovós Cida e Gi, pelos momentos de oração a nós dedicados.

Às minhas queridas Ana Julia, Ninu, Dóris, Susi, Sarah, Pipe, Mag e Mel pelas demonstrações de carinho todos os dias.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iv
SUMMARY	vi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1.1. A cultura da cana-de-açúcar	01
1.2. A matoinfestação na cultura da cana-de-açúcar	02
1.3. O uso dos herbicidas	05
1.3.1. diuron + hexazinone	05
1.3.2. metribuzin	06
1.3.3. isoxaflutole	08
1.3.4. azafenidin + hexazinone	09
1.4. Seletividade dos herbicidas	10
1.5. Metodologia estatística	11
1.5.1. Análise de variância	12
1.5.2. Testes para comparação de médias	13
1.5.3. Métodos estatísticos propostos	14
1.6. Objetivos gerais	16
1.7. Referências	16
 CAPÍTULO 2 – COMPARAÇÃO ENTRE BLOCOS CASUALIZADOS CONVENCIONAL E BLOCOS CASUALIZADOS COM TESTEMUNHAS PAREADAS NA AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NAS SOQUEIRAS DA CANA-DE-AÇÚCAR	
RESUMO	23
2.1. Introdução	24
2.2. Material e Métodos	26
2.2.1. Local e datas	26

2.2.2. Características do solo	27
2.2.3. Cultivar	27
2.2.4. Delineamento experimental e estatístico	28
2.2.5. Herbicidas utilizados	28
2.2.6. Tecnologia de aplicação	28
2.2.7. Variáveis avaliadas	29
2.2.8. Tabulação dos dados para análise de variância	30
2.2.9. Análise de variância	31
2.2.10. Teste para comparação de médias	34
2.3. Resultados e Discussão	36
2.3.1. Teste F para análise de variância	36
2.3.2. Teste t de Student para comparação de médias	43
2.4. Conclusões	52
2.5. Referências	52

CAPÍTULO 3 – SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL E TARDIA NA ÉPOCA DAS CHUVAS

RESUMO	55
3.1. Introdução	56
3.2. Material e Métodos	60
3.2.1. Local e datas	60
3.2.2. Características do solo	61
3.2.3. Cultivar	62
3.2.4. Delineamento experimental e estatístico	62
3.2.5. Herbicidas utilizados	63
3.2.6. Tecnologia de aplicação	64
3.2.7. Variáveis avaliadas	64
3.3. Resultados e Discussão	66
3.3.1. Condições climáticas	66

3.3.2. Época de aplicação dos herbicidas	66
3.3.3. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência inicial	67
3.3.4. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência tardia	73
3.4. Conclusões	82
3.5. Referências	83

CAPÍTULO 4 – SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL E TARDIA NA ÉPOCA DA SECA

RESUMO	88
4.1. Introdução	89
5.2. Material e Métodos	93
4.2.1. Local e datas	93
4.2.2. Características do solo	95
4.2.3. Cultivar	95
4.2.4. Delineamento experimental e estatístico	96
4.2.5. Herbicidas utilizados	97
4.2.6. Tecnologia de aplicação	97
4.2.7. Variáveis avaliadas	98
4.3. Resultados e Discussão	99
4.3.1. Condições climáticas	99
4.3.2. Época de aplicação dos herbicidas	100
4.3.3. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência inicial	100
4.3.4. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência tardia	105
4.4. Conclusões	112
4.5. Referências	113

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA DETERMINAR A SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO – Este trabalho objetivou comparar a precisão experimental do delineamento em blocos casualizados convencional e blocos casualizados com tratamentos testemunhas pareadas sobre a seletividade dos herbicidas azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, metribuzin e diuron + hexazinone, aplicados em condição de pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar nas épocas das chuvas e de estiagem. Os experimentos foram conduzidos no município de Araras, SP, após a colheita com queima prévia do canavial, em soqueira de cana-de-açúcar (cv. RB835089), de terceiro e quarto corte, durante dois anos agrícolas (safras de 2001/2002 e 2002/2003), nas épocas das chuvas e de estiagem, respectivamente. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, acrescido de uma testemunha capinada para cada tratamento químico, dentro de cada bloco. Os herbicidas utilizados foram diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹), azafenidin + hexazinone (192,5 + 247,5 g ha⁻¹), metribuzin (1,92 L ha⁻¹) e isoxaflutole (127,5 g ha⁻¹) e testemunha capinada. Os herbicidas foram aplicados com equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com três bicos Teejet DG (“Drift Guardian”) 110.02 VS, espaçados de 0,50 cm, a uma pressão de 35 libras pol⁻² em volume de calda de aproximadamente 250 L ha⁻¹. Concluiu-se que o delineamento em blocos com testemunhas pareadas possui maior precisão experimental que o delineamento em blocos ao acaso tradicional, quando as comparações envolvem as médias de tratamentos e testemunha; para a comparação de médias constatou-se maior precisão experimental para o teste t de Student e a desvantagem do delineamento em blocos com testemunhas pareadas é o aumento da área experimental, devido ao maior número de parcelas das testemunhas. Na época das chuvas, em condição de pós-emergência inicial, somente o isoxaflutole afetou a produção, enquanto na pós-emergência tardia todos os herbicidas afetaram a produção e, com exceção de diuron+hexazinone, também as características tecnológicas e

rendimento do açúcar. Na época da estiagem, em condição de pós-emergência inicial, nenhum herbicida prejudicou as características avaliadas. Na pós-emergência tardia todos os herbicidas, exceto metribuzin, prejudicaram o índice de fluorescência (Fv/Fm) e a produção final.

Palavras-Chave: precisão experimental, seletividade, toxicidade, cana-de-açúcar, herbicidas

METHODS COMPARISON TO DETERMINE THE HERBICIDES SELECTIVITY IN SUGARCANE

SUMMARY - This research aimed to evaluate the effect of additional checks on experimental precision to each treatment of a randomized complete block design when determining selectivity of azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, metribuzin and diuron + hexazinone on sugarcane, applied early and late postemergence in rainy and dry season. Field trials were carried out at Araras-SP, Brazil using sugarcane cv. RB835089 with burn pre-harvest system, during the rainy season of 2001 and the dry season of 2002. The treatments diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$), azafenidin + hexazinone ($192,5 + 247,5 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ L ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($127,5 \text{ g ha}^{-1}$) and hand-weeded correspondent checks for each treatment were arranged in a randomized complete block design with four replications. Larger experimental precision was achieved when additional checks were included in statistical analysis and so, compensated the practical disadvantage of increasing experimental area. Student's *t* test provided the best results for mean comparisons. In the rainy season and for early applications, only isoxaflutole reduced sugarcane production and caused injuries symptoms. Meanwhile, in late postemergence, whole treatments decreased sugarcane production, all except diuron + hexazinone, affected the technological characteristics estimated but only azafenidin + hexazinone caused injuries symptoms. During the dry season, early applications performed similarly to the checks but effects for all late postemergence treatments were detected, except in the case of yield and fluorescence index (Fv/Fm) estimations for metribuzin.

Keywords: experimental precision, selectivity, toxicity, sugarcane, herbicides

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar teve sua origem provavelmente na Nova Guiné, de onde foi levada para a Índia, onde se tem os mais antigos registros de sua existência (MACHADO, 2001). Oficialmente, foi Martim Afonso de Souza que em 1532 trouxe a primeira muda de cana ao Brasil e iniciou seu cultivo na Capitania de São Vicente. Este foi o início de uma indústria que encontrou no Brasil, dentre todas as nações que mais tarde tornaram-se produtoras, seu campo mais fértil para uma rápida expansão e perpetuação por quase quinhentos anos sem interrupção.

A partir da década de 70, a cultura da cana-de-açúcar foi se tornando importante para o Brasil à medida em que o setor da agroindústria brasileira foi solicitado a contribuir para a solução da emergente crise energética, face a sua potencialidade de produção de energia a partir de fonte renovável (KUVA, 1999).

O crescimento do setor sucro-alcooleiro é importante para a economia do país, na medida em que implica na geração de empregos e energia renovável 100% nacional. De acordo com AGRIANUAL (2004) a produção de açúcar na safra 2003/04 deve ficar próxima de 24 milhões de toneladas e a de álcool chegar a 13,6 bilhões de litros.

Esse quadro pode ser reflexo da dificuldade de obtenção de novas áreas para plantio no Centro-sul, onde se concentra o maior número de unidade de processamento de açúcar e álcool, e ao elevado custo de produção para cana-de-açúcar. Em cana-soca, o controle de plantas daninhas é um dos principais fatores que mais oneram o custo de produção, tornando-se interessante adotar medidas que colaboram para a redução dos custos.

Segundo dados da BAYER (1999), atualmente a cultura da cana-de-açúcar se caracteriza pela adoção de alta tecnologia nos tratamentos culturais. Com isso a produtividade alcançada faz com que o Brasil seja o maior fornecedor de açúcar no mundo. Neste contexto, a aplicação de herbicidas nessa cultura adquire um peso relevante, pois a eficiência/economicidade resulta em maiores rendimentos. A aplicação de herbicidas é prática comum em todas as usinas do Brasil, as quais possuem tecnologia própria para essa tarefa. O objetivo é a interação dos produtos e doses, que são variáveis de acordo com as características dos diferentes talhões de cana.

O controle das plantas daninhas também pode ser realizado no próprio cultivo (escarificação, adubação e controle mecânico de plantas daninhas), embora sejam técnicas que podem colaborar na elevação dos custos.

Entretanto, nas áreas novas ou nas áreas já cultivadas, com controle mecânico ou químico, as plantas daninhas devem ser controladas. Segundo KUYA et al. (2003), as plantas daninhas são os principais componentes do agroecossistema da cana-de-açúcar que interferem no desenvolvimento e na produtividade da cultura.

1.2. A matoinfestação na cultura da cana-de-açúcar

As plantas daninhas são plantas indesejáveis e agressivas que competem de maneira desigual com as culturas por luz, água, espaço e nutrientes, podendo também liberar substâncias alelopáticas e atuar como hospedeiro de pragas e doenças (PITELLI, 1985). Segundo LORENZI (2000), planta daninha   qualquer ser vegetal que cresce onde não   desejado e compete com as culturas, interferindo em seu desenvolvimento e produção final. As plantas daninhas, além da competição também são hospedeiras de pragas e doenças, que podem prejudicar as plantas cultivadas. Adicionalmente, quando se desenvolvem no final do ciclo da cultura prejudicam o rendimento da colheita, destacando-se as plantas daninhas do g nero *Ipomoea* e *Merremia* nas áreas de colheita de cana-crua (AZANIA et al., 2002). Em outras culturas, podem depreciar a qualidade do produto colhido, como por exemplo, a

existência de sementes das plantas daninhas em meio de grãos ou aderidas ao algodão.

Na cana-de-açúcar, segundo KUVA (1999), as plantas daninhas concorrem no mesmo espaço, por água e luz, com a cultura, podendo liberar substâncias alelopáticas e assim inibir a brotação da cana-de-açúcar, e ainda, interferir na produtividade final. As plantas daninhas também podem interferir na nutrição da cana-de-açúcar, diminuindo a absorção dos nutrientes N, P, Ca, Mg, Fe e Zn, desde que submetidas a uma competição permanente com as plantas daninhas (BLANCO et al., 1981).

As plantas daninhas causam maiores prejuízos na produtividade quando desenvolvem-se em determinados períodos do ciclo da cultura. Esses períodos de convivência foram estudados por PITELLI & DURIGAN (1984), que preconizaram o período total de intervenção a interferência (PTPI), período anterior a interferência (PAI) e período crítico de intervenção a interferência (PCPI). Segundo os autores, se as plantas daninhas forem controladas somente durante o PCPI a cultura não terá a produtividade prejudicada. Entretanto, para garantir a produtividade das culturas e facilitar o manejo, os autores propõem controlar as plantas daninhas durante todo o PTPI que é formado pelo PAI + PCPI.

Para cana-de-açúcar o período crítico foi estudado por AZZI & FERNANDES (1968), que constataram que o período mais crítico de convivência entre a comunidade infestante e a cana-de-açúcar, em condição de Estado de São Paulo, estende-se entre o terceiro e o quarto mês após o plantio, sendo mais crítico o terceiro mês.

Para ARÉVALO et al. (1977) o período crítico inicia-se a partir dos 60 dias e estende-se até aos 120 dias do começo da brotação da cana-planta. BLANCO et al. (1981) constataram que o período crítico da cana-planta está compreendido entre o 18º até o 66º dia após a emergência da cultura, posto que quando controlaram as plantas daninhas nesse período obtiveram produção máxima. ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982), trabalhando com cana-planta de ano, verificaram que a competição de uma comunidade infestante composta principalmente por *Brachiaria plantaginea* e *Digitaria sanguinalis*, passou a ser crítica à cultura a partir dos 30 dias após o plantio, sendo que

não observaram efeitos prejudiciais à cultura quando mantiveram-na por 90 dias, sem competição.

Os efeitos da matoinfestação durante todo ciclo da cultura foram estudados por GRACIANO & RAMALHO (1983) que observaram perdas de 83,1% na produção agrícola e 83,6% na pol/ha, em rela o   cultura capinada. Quando a competi o ocorreu no período crítico da cultura, as perdas atingiram 30,9 e 33,1% para produ o agrícola e pol/ha, respectivamente. No trabalho de ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982) foram observadas perdas de 85,5% na produ o agrícola quando não se controlou a infesta o de plantas daninhas. COLETI et al. (1984) observaram perdas de até 23 t ha⁻¹, quando abandonaram a cultura   livre ocorrência de plantas daninhas. BLANCO et al. (1984) verificaram que uma densidade de 32 indivíduos m⁻² de uma comunidade infestante composta por gramíneas e dicotiledôneas, causou 26,7% de queda na produtividade agrícola, mas não alterou os teores de fibra e os valores de brix, pol, pureza e a c ares redutores no caldo.

Em pesquisa mais recente, KUVA et al. (2001) constataram que uma popula o de *Brachiaria decumbens* causou intensa interferência na cultura da cana-de-a c car, ocasionando 82% de redu o na produtividade dos colmos. A cultura pôde conviver com a comunidade infestante até 89 dias após o plantio, sem sofrer redu o significativa na produtividade. O período mínimo de controle para assegurar máxima produtividade, foi de 138 dias após o plantio.

Para o controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-a c car podem ser utilizadas algumas técnicas de manejo, como a rota o de culturas ou aduba o verde, cultivo mecânico ou o controle químico, que   mais utilizado. Para o controle químico existem muitos herbicidas registrados no Brasil, principalmente para cana-de-a c car, pelo fato de ser uma das culturas em que mais se utilizam de herbicidas para o controle das plantas daninhas.

1.3. O uso dos herbicidas

O consumo de herbicidas no Brasil, em 2000, foi de 174 mil toneladas de produtos formulados, aproximadamente cerca de 81 mil toneladas de ingredientes ativos (i. a.). A região Sul (38,90%), Centro-Oeste (29,90%) e Sudeste (22,80%), lideram a posição de maiores consumidoras de herbicidas, destacando-se desses percentuais os Estados do Paraná (18,50%), Rio Grande do Sul (16,80%), São Paulo (14,10%), Mato Grosso (12,70%), Goiás (10,10%), Minas Gerais (7,40%) e Mato Grosso do Sul (7,0%). Entretanto, pode-se destacar as culturas da soja (39,80%), milho (23,50%) e cana-de-açúcar (12,90%) como as que mais se utilizam de herbicidas para o controle químico das plantas daninhas no Brasil (SPADOTTO, 2003).

Para controlar as plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar e evitar os possíveis prejuízos à cultura, muitos herbicidas com diferentes ingredientes ativos e formulações estão registrados para uso no Brasil. As principais informações técnicas sobre as marcas comerciais, formulações, fabricantes, características do ingrediente ativo, indicações de uso, espécies daninhas suscetíveis, características toxicológicas e o comportamento na planta, solo e ambiente, dos herbicidas registrados foram descritas por RODRIGUES & ALMEIDA (1998). Entretanto, segundo esses autores, as principais características dos produtos utilizados neste trabalho foram:

1.3.1. diuron + hexazinone

Os ingredientes ativos de diuron + hexazinone são comercializados como mistura pronta, conhecida pelos herbicidas Velpar K GRDA e Advance, na formulação de grânulos autodispersíveis em água. Estes herbicidas são compostos por 468 g kg⁻¹ de diuron + 132 g kg⁻¹ de hexazinone e 533 g kg⁻¹ de diuron + 67 g kg⁻¹ de hexazinone, respectivamente. Essa mistura de diuron + hexazinone, especialmente na marca comercial Velpar K é de uso bastante antigo na cultura, sendo utilizada desde meados dos anos 80.

O diuron + hexazinone é indicado 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. No momento da aplicação, nas áreas em que a cultura esteja bastante desenvolvida, recomenda-se aplicar o produto em jato dirigido sobre as plantas daninhas, que devem apresentar altura máxima de 15 cm. Ocorre que a eficácia do produto torna-se menor quando as plantas daninhas apresentam-se com mais de 15 cm de altura.

A mistura pronta de diuron + hexazinone é recomendada para uso em pré ou pós-emergência da cana-de-açúcar, sendo suas doses variáveis de acordo com a textura do solo. O herbicida de marca comercial Velpar K nas doses de 1,0 a 1,2; 1,2 a 1,5; 1,5 a 1,8 kg i.a. ha⁻¹ (pré-emergência da cultura) e em dose única de 1,5 kg i.a. ha⁻¹ (pós-emergência da cultura) e Advance nas doses de 1,2 a 1,5; 1,5 a 1,8; 1,8 a 2,1 kg i.a. ha⁻¹ (pré e pós-emergência da cultura) são recomendados para aplicação em solos de textura arenosa, média e argilosa, respectivamente.

No momento da aplicação as plantas daninhas 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.

1.3.2. metribuzin

RODRIGUES & ALMEIDA (1998), comentaram que o ingrediente ativo de metribuzin pertence ao grupo químico das triazinonas e possui nome químico de 4-amino-6-tert-butil-3-metiltio-1,2,4-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 molhável (700 g kg⁻¹), respectivamente.

No Brasil, o metribuzin 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. Para cana-de-açúcar é recomendado 0,72 a

2,10 kg i.a. ha⁻¹, aplicado logo depois do plantio em pré ou pós-emergência (5-10 cm) das plantas daninhas, adicionando-se adjuvante à calda.

As doses comerciais recomendadas pela BAYER (1999) variam entre 3 e 4 L ha⁻¹, podendo ser aplicado desde o início das chuvas (final de agosto) até o final das chuvas (início de abril) para cana-soca ou planta de 12 ou 18 meses. Segundo a empresa respeitando-se o modo de aplicação e as doses recomendadas o metribuzin é um produto totalmente seletivo para a cana-de-açúcar, não provocando sintomas de toxicidade no canavial. Entretanto, o uso de doses mais elevadas em cana-de-açúcar resulta em um comportamento bem diferenciado em comparação a sua ação na cultura da soja. As diferenças mais marcantes referem-se ao maior espectro de controle de espécies, ao alto nível de eficiência e ao maior período de controle das plantas daninhas.

No solo, é moderadamente adsorvido pelas argilas ou matéria orgânica, persistindo em média até dois meses (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). Entretanto, WALKER (1978) e SMITH & WALKER (1989) observaram que a ação de metribuzin ocorre entre 5 e 50 dias, quando se inicia sua degradação pela atividade microbiana existente no solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). Segundo RASCHKE et al. (1998) a degradação também pode ser química, sendo que o processo fotoquímico é o principal responsável pela decomposição do metribuzin para os metabólitos desaminometribuzin (DA), diketometribuzin (DK), desaminodiketometribuzin (DADK), 6-azauracile, 6-azathymine, 4-aminosubstituted, ácido monocarboxílico, dicarboxílico e ketocarboxílico. Os metabólitos DA e DK são derivados diretamente da molécula de metribuzin, via fotólise, enquanto os demais metabólitos são derivados da decomposição de DA e DK.

Durante o período de ação do metribuzin no solo, segundo a BAYER (1999), uma pequena quantidade de água pode ser suficiente para solubilizá-lo, facilitando sua distribuição e absorção pelas raízes. Entretanto, no solo, seu efeito herbicida não atua sobre as sementes das plantas daninhas, sendo necessário a germinação das sementes para que o herbicida atue sobre o processo fotossintético das plântulas.

Nas plantas a absorção do metribuzin ocorre principalmente pelas raízes, de onde é translocado pelo xilema para os caules e folhas, causando a inibição da reação

de Hill no processo fotossintético (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998), ou seja, inibindo a transferência de elétrons para o fotossistema II (RASCHKE et al., 1998). O metribuzin é considerado um herbicida sistêmico porque se movimenta no sentido ascendente (acropetal) na planta (BAYER, 1999), sendo recomendado um intervalo de segurança (carência), para cana-de-açúcar, de 120 dias entre a última aplicação e a colheita (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

1.3.3. isoxaflutole

O isoxaflutole, segundo RODRIGUES & ALMEIDA (1998), é o ingrediente ativo do herbicida Provence 750 WG, comercializado na formulação de grânulos autodispersíveis em água (750 g kg⁻¹). Esse ingrediente ativo pertence ao grupo químico benzoil isoxazoles e possui nome químico de 5ciclopropil-4-(2-metilsulfonyl-4-trifluorometilbenzoil)-isoxazole.

Esse ingrediente ativo é recomendado para controle de algumas plantas daninhas de folhas largas e gramíneas anuais e perenes, propagadas por sementes, em condição de pós ou pré-emergência para as culturas do milho e cana-de-açúcar.

O isoxaflutole é recomendado para uso em pré ou pós-emergência da cana-de-açúcar, sendo suas doses variáveis de acordo com a textura do solo. Para aplicação nas soqueiras de cana-de-açúcar em períodos de estiagem recomenda-se 188, 225 e 263 g i.a. ha⁻¹ e para soqueira em período de maior umidade 75, 94 e 112 g i.a. ha⁻¹, para solos com textura arenosa, média e argilosa, respectivamente.

Na cana-de-açúcar é recomendado na condição de seca e umidade, desde que utilize-se doses maiores nos períodos de estiagem, pois o produto possui estabilidade na ausência de umidade e pode aguardar até 60 dias o período das chuvas (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). O herbicida possui um comportamento não usual porque ele torna-se reativo na presença das chuvas ou irrigações, controlando as plantas daninhas que emergem (LOVELL et al., 2000). Para aumentar o espectro de controle de plantas daninhas recomenda-se aplicar o isoxaflutole combinado com diuron.

No solo, possui baixa mobilidade por ser fortemente adsorvido pelos colóides do solo, onde persiste por até 38 dias, antes da degradação pela atividade microbiana ou decomposição química (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). Segundo BELTRAN et al. (2002) a retenção do isoxaflutole no solo não depende do pH e quantidade de argila, mas depende muito da quantidade de matéria orgânica. Entretanto, observaram que o pH do solo influencia muito na degradação do isoxaflutole para diketonitrile (DKN) e ácido benzóico (BA). Essa transformação não pode ser evitada e pode causar perda da eficiência do herbicida. BELTRAN et al. (2003) constataram que altas temperatura e umidade colaboram na degradação de isoxaflutole para DKN.

Nas plantas daninhas a absorção do isoxaflutole ocorre pelas raízes e a translocação é conduzida via xilema até as folhas, onde impede a biossíntese dos pigmentos carotenóides e a degradação da clorofila pela luz solar (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). No interior das plantas, também é rapidamente transformado para um derivado DKN, que age como inibidor potencial do hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD). Com a inibição do HPPD ocorre a redução dos níveis de plastoquinona, que é o co-fator essencial da fitoeno desaturase, com conseqüente acúmulo de fitoeno nas folhas e o acréscimo dos níveis de carotenóides e xantofila (PALLETT et al., 1998). No campo, as plantas apresentam branqueamento foliar, sendo que nas susceptíveis ocorre a evolução para necrose e morte das plantas (PALLETT et al., 1998 e RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

1.3.4. azafenidin + hexazinone

Segundo a ANVISA (2003) a mistura entre azafenidin + hexazinone são os ingredientes ativos do herbicida de marca comercial Êvolus BR, comercializado na formulação de grânulos autodispersíveis em água (350 g kg⁻¹ de azafenidin + 450 g kg⁻¹ de hexazinone). Esse produto pertence a classe toxicológica II e ao grupo químico das triazolona + triazinona. A mistura de azafenidin + hexazinone é indicada para aplicação em pré-emergência da cultura da cana-de-açúcar, para o controle de plantas daninhas de folhas largas ou gramíneas, em pré ou pós-emergência inicial. Nas plantas, é

absorvido pelas raízes e folhas, embora seja sistêmico, pode também apresentar ação de contato. No ambiente, este produto é altamente persistente, podendo ser feita rotação de cultura somente após 12 meses da aplicação. No solo, é altamente móvel podendo ser deslocado e atingir principalmente lençóis freáticos, não sendo recomendado nem mesmo a aplicação do produto próximo a áreas de moradia, de mananciais de captação de água, em animais e culturas susceptíveis.

1.4. Seletividade dos herbicidas

Os ingredientes ativos de diuron + hexazinone (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998), metribuzin (RASCHKE et al., 1998; RODRIGUES & ALMEIDA, 1998; BAYER, 1999), isoxaflutole (PALLET et al., 1998 e RODRIGUES & ALMEIDA, 1998) e azafenidin + hexazinone (ANVISA, 2003) são seletivos para cana-de-açúcar.

Segundo CONSTANTIN (2001) 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 é a capacidade de um herbicida em eliminar plantas daninhas em uma determinada cultura, sem reduzir a produtividade (Velini et al., 1992 citado em CONSTANTIN, 2001).

Mesmo com essas características, após a aplicação dos herbicidas, 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 a comprometer as avaliações específicas sobre a seletividade. Nesses casos, os estudos de seletividade devem ser realizados com experimento periodicamente capinado, independente das parcelas com aplicação de herbicidas. Ocorre que mesmo tendo poucas plantas daninhas, essas podem interferir na cultura liberando substâncias alelopáticas, que conseqüentemente, podem interferir no desenvolvimento da cultura e nas avaliações da seletividade.

1.5. Metodologia estatística

A maioria dos experimentos envolvendo seletividade são realizados em delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo apenas um tratamento testemunha com número de repetição igual aos demais tratamentos herbicidas (DBC tradicional). Na prática, o uso de apenas uma única testemunha por bloco, dificulta as observações das variáveis analisadas (sintomas visuais de intoxicação, altura, estande) durante a coleta dos dados, podendo aumentar o erro experimental.

CONSTANTIN (2001) comentou que para cana-de-açúcar o DBC tradicional não tem se mostrado suficiente para tirar o efeito do meio, pois é comum observar diferenças de produção (20 a 50%) entre a testemunha capinada e tratamentos com herbicidas. Embora ocorram essas diferenças os testes estatísticos utilizados não acusam diferenças significativas entre os tratamentos, podendo induzir o pesquisador a conclusões errôneas, levando-o a indicar o uso dos herbicidas normalmente. Desse modo, corre-se o risco de indicar um herbicida eficiente, mas que estaria prejudicando a produção final da cultura. Entretanto, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos que avaliem melhor a seletividade dos herbicidas.

Nesse sentido, a proposta metodológica mais estudada e comentada é a de testemunhas laterais ou auxiliares, que devem ser dispostas ao longo da linha da cultura, intercaladas às parcelas. A testemunha lateral possibilita melhor qualidade das avaliações visuais de porcentagem de controle e toxicidade, por ser uma área não tratada, ao lado de cada parcela (SBCPD, 1995).

Para Fagliari (2001) citado por CONSTANTIN (2001) em experimentos com cana-de-açúcar, as testemunhas laterais devem ser capinadas e colocadas ao lado de cada parcela tratada com herbicida, adotando-se um esquema de parcelas subdivididas. Essa proposta metodológica permitiu que se verificassem diferenças entre os tratamentos e testemunhas laterais, indicando que alguns dos herbicidas testados não foram seletivos. Entretanto, a mesma análise estatística feita pelo DBC tradicional não acusou diferenças entre os herbicidas, indicando seletividade para todos os herbicidas.

1.5.1. Análise de variância

Na literatura, existem alguns delineamentos e métodos que podem melhorar a precisão do teste F da análise de variância. Entretanto, pode-se destacar os delineamentos em látice e blocos aumentados, além dos métodos de Papadakis, testemunhas intercalares e médias móveis.

Alguns exemplos de aplicação encontram-se no trabalho de CARGNELUTTI FILHO et al. (2003) na cultura do milho (Papadakis); BEARZOTI et al. (1997) na cultura da batata (delineamento em látice e blocos aumentados e métodos de médias móveis e testemunhas intercalares); FALEIRO et al. (2002) na cultura do feijão (método das testemunhas intercalares) e SOUZA et al. (2000), na cultura do feijão que testou todos os delineamentos e métodos comentados.

A precisão do teste F também pode ser melhorada alterando-se o tamanho das parcelas e o número de repetições. Nesse caso, pode-se destacar os trabalhos de RESENDE & SOUZA JUNIOR (1997) na cultura do milho, ROSSETTI (2002) em cultura perene arbórea, PALMA (2000) em plantas daninhas e na cultura do milho e VELINI (1995) em plantas daninhas.

Para minimizar o erro experimental pode-se obter melhor controle local, intercalando mais parcelas testemunhas, vizinhas das parcelas herbicidas, dentro de cada bloco. Segundo CARGNELUTTI FILHO et al. (2003) o controle local é um dos princípios básicos da experimentação (repetição, casualização e controle local) que deve ser respeitado para minimizar o erro experimental.

Para cana-de-açúcar, DBC tradicional pode conduzir o pesquisador a erros experimentais, pois a coleta das variáveis torna-se mais difícil a medida que a cultura cresce, devido ao fato de alguns cultivares atingirem mais de 2m de altura.

A maior precisão do valor de F torna-se fundamental nas avaliações de ensaios com aplicação de herbicidas, pois esses produtos são tóxicos e podem deixar resíduos nas plantas que, conseqüentemente, podem ser passados ao homem. No caso de algum erro experimental, o teste F pode ficar com os resultados prejudicados e levar a falsas conclusões. Entretanto, são através dessas análises, que as empresas que

desenvolvem novos herbicidas, avaliam a eficiência, seletividade e nocividade ao ambiente dos novos produtos, antes de registrarem a nova molécula junto ao Ministério da Agricultura.

1.5.2. Testes para comparação de médias

O aumento da precisão para o cálculo do teste F na análise de variância é importante, mas, também deve-se escolher adequadamente o teste para comparação de médias, de modo que se obtenha a interpretação mais eficiente possível dos resultados obtidos. Nesses casos, geralmente, o teste de Tukey e o teste t são os mais utilizados nas análises estatísticas.

Segundo BARBOSA (2000) o teste de Tukey é versátil e serve para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos, baseado na diferença mínima significativa (d.m.s.). Ocorre que, para a cana-de-açúcar, principalmente os dados referentes a produção ($t\ ha^{-1}$), as d.m.s. são elevadas. Nesse sentido, VICTORIA FILHO & CAMARGO (1980), BRAZ & DURIGAN (1992) e AZANIA (2000) em experimentos comparando a seletividade de herbicidas para cana-de-açúcar, constataram para os dados de produtividade d.m.s. de 23,96; 26,52 e 10,81 $t\ ha^{-1}$, respectivamente. Entretanto, com as elevadas d.m.s. os experimentos não apresentaram diferenças estatísticas, indicando que as médias dos tratamentos com herbicidas são iguais às médias das testemunhas.

Em termos econômicos, as d.m.s. encontradas nos respectivos trabalhos são elevadas, pois correspondem ao peso de uma carga completa de uma carreta. Nesse sentido, se considerarmos que uma tonelada de cana-de-açúcar produz em média 120 kg de açúcar, as d.m.s. apresentadas nos experimentos tornam-se ainda mais representativas.

Esses resultados são comuns de serem encontrados quando utiliza-se o teste de Tukey para comparação de médias em cana-de-açúcar, principalmente quanto aos dados de produtividade. Assim, pode-se constatar que o teste de Tukey em experimentos de seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar pode não ser adequado

e, conseqüentemente, estar prejudicando as interpretações dos dados e a recomendação dos herbicidas.

Na literatura, existem outros testes para a comparação de médias, que devem ser testados para minimizar os problemas com as elevadas d.m.s. nos experimentos com cana-de-açúcar. Entre esses testes pode-se destacar o teste t de Student.

Segundo BARBOSA (2000) o teste t serve para confrontar médias ou grupos de médias, sendo baseado na utilização de contrastes de médias. Esses contrastes devem ser ortogonais entre si e estabelecidos "a priori", de modo que não sejam sugeridos pelos resultados.

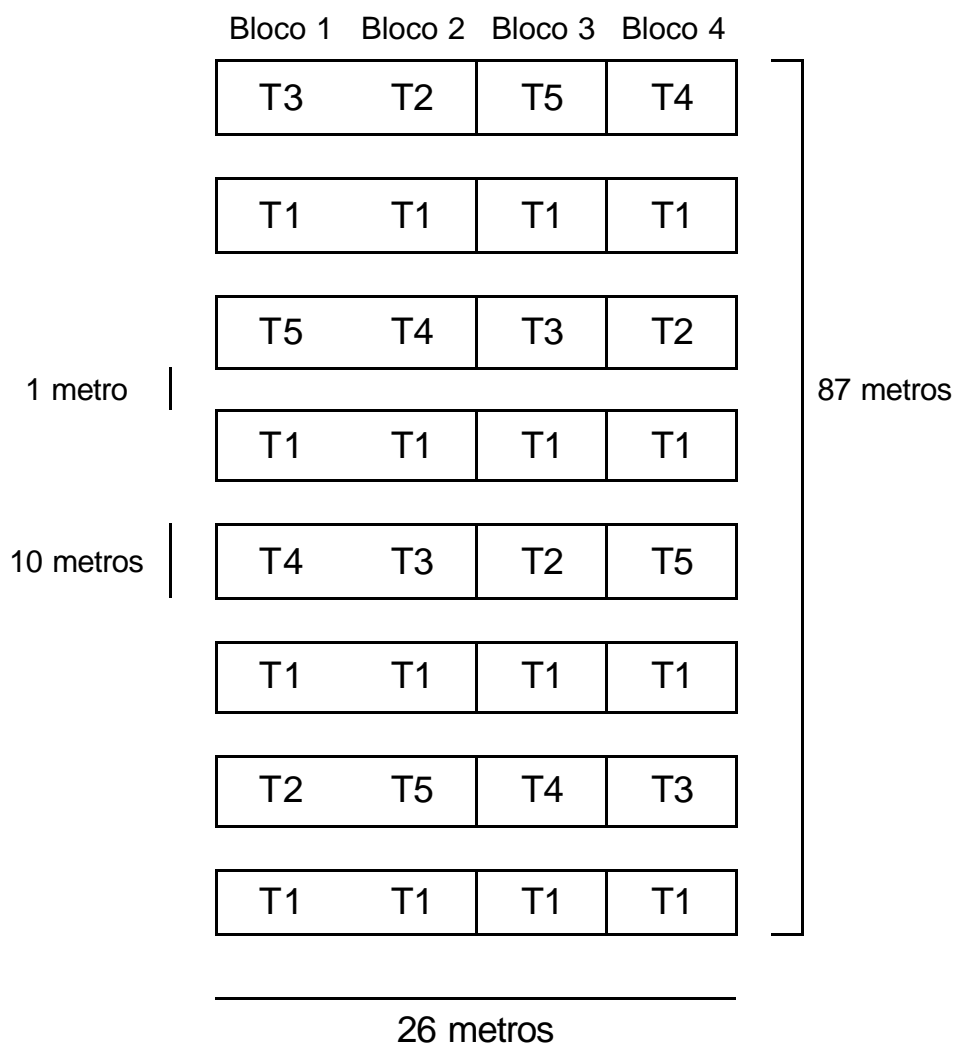
1.5.3. Métodos estatísticos propostos

Na tentativa de diminuir o erro experimental durante a coleta das variáveis e ao mesmo tempo aumentar a precisão estatística no processamento dos dados coletados, propõe-se um delineamento em blocos com uma parcela testemunha pareada com cada parcela tratada com herbicida, dentro de cada bloco (Figura 1). Essa proposta possibilita o aumento do grau de liberdade do resíduo e conseqüentemente aumenta a precisão do teste F da análise de variância, ao nível de 1 ou 5%. Segundo BANZATTO & KRONKA (1995), é importante que se tenha o maior número de graus de liberdade possível para estimar o erro experimental.

Nesse sentido, CARGNELUTTI FILHO et al. (2003) comentaram que as pressuposições do modelo matemático devem ser rigorosamente obedecidas para que a análise paramétrica pelo teste F e as comparações de médias pelos testes de Tukey, Duncan, Teste t e outros não sejam prejudicadas. Segundo os autores, as pressuposições do modelo matemático são a aditividade dos efeitos do modelo matemático, aleatoriedade, homogeneidade das variâncias, normalidade da distribuição dos erros estimados.

A proposta de delineamento em blocos com testemunhas pareadas (Figura 1) é similar ao delineamento em blocos com testemunhas intercaladas. Essa permite comparar os valores observados com aqueles das parcelas testemunhas mais

próximas, sendo as testemunhas espaçadas sistematicamente na área (TOWNLEY SMITH & HURD, 1973).



T1 – Tratamento testemunha; T2 – diuron + hexazinone (Velpar K); T3 – azafenidin + hexazinone (Ê volus); T4 – metribuzin (Sencor); T5 – isoxaflutole (Provence)

Figura 1. Esquema do delineamento em blocos ao acaso com testemunhas pareadas, aplicado na avaliação da eficiência de diuron + hexazinone (Velpar K), azafenidin + hexazinone (Êvolus), metribuzin (Sencor) e isoxaflutole (Provence) na cultura da cana-de-açúcar.

A diferença entre os métodos é que no delineamento com testemunhas intercalares, segundo FALEIRO et al. (2002), cada tratamento é representado no ensaio apenas por uma única parcela, em cada bloco enquanto que as testemunhas são repetidas por “n” vezes. Entretanto, no delineamento em blocos ao acaso com testemunhas pareadas os tratamentos herbicidas são repetidos e casualizados como no DBC tradicional, acrescido de uma testemunha para cada parcela tratada com herbicida dentro de cada bloco.

1.6. Objetivos gerais

Considerando a importância sócio econômica do setor sucroalcooleiro no Brasil e a necessidade do controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, este trabalho teve como objetivo estudar a seletividade dos herbicidas azafenidin + hexazinone (Êvolus BR), metribuzin (Sencor), isoxaflutole (Provence) e diuron + hexazinone (Velpar K) avaliados pelo delineamento em blocos ao acaso com testemunhas pareadas.

1.7. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Sistema de informação sobre agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 04 out. 2003.

AGRIANUAL 2004: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. p.213-230.

ARÉVALO, R. A.; CERRIZUELA, E.; ALOJEA, I. L. Recent advances in weed competition studies in sugarcane in Argentina. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., 1977, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: [s. n.], 1977. v.2, p.1227-1238.

AZANIA, C. A. M. **Controle de plantas infestantes com diferentes herbicidas e sua seletividade às soqueiras de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**. 2000. 56f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

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

AZZI, G. M.; FERNANDES, J. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.72, n.3, p.9-19, 1968.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. de N. Experimentação Agrícola. 3. ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1995. 247 p.

BARBOSA, J. C. **Estatística experimental**. Jaboticabal: 2000. 288 p. Apostila.

BAYER. Cana-de-açúcar - Um herbicida de amplo espectro, versátil e seletivo. **Correio Agrícola**, Socorro, n. 2, p.20-23, 1999.

BEARZOTI, E.; PINTO, C. A. B. P.; OLIVEIRA, M. S. de. Comparação entre métodos estatísticos na avaliação de clones de um programa de melhoramento de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, ,n.9, p.877-884, 1997.

BELTRAN, E.; FENET, H., COOPER, J. F.; COSTE, C. M. Influence of the physical and chemical properties of soil on the retention process of isoxaflutole and two main derivatives. **Weed Research**, Oxford, v.42, p.385-393, 2002.

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

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; COLETI, J. T. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. II. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato, com predomínio de gramíneas, em cultura de ano. III – Influência da competição na nutrição da cana-de-açúcar. **O Biológico**, São Paulo, v. 47, n.3, p.77-88, 1981.

BLANCO, H. G.; BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, D. A. Competição entre plantas daninhas e a cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). IV. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato em cultura de ano e meio. **O Biológico**, São Paulo, v.50, n.10, p.237-245, 1984.

BRAZ, B. A.; DURIGAN, J. C. Eficiência biológica de herbicidas aplicados em pós-emergência isolados ou em misturas, para o controle de *Brachiaria decumbens* Stapf, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.10, n.5, p.15-22, 1992.

CARGNULETT FILHO, A.; STORCK, L.; LUCIO, A. D. Ajustes de quadrado médio do erro em ensaios de competição de cultivares de milho pelo método de Papadakis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p.467-473, 2003.

COLETI, J. T.; RODRIGUES, J. C. S.; GIACOMINI, G. M. Influência da época de controle da matoinfestação na produtividade da cana-de-açúcar, ciclo de 18 meses. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v.4, n.18, p.26-36, 1984.

CONSTANTIN, J. Cana-de-açúcar – Seletividade de herbicidas. **Correio Agrícola**, Socorro, n.2, p.18-19, 2001.

FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; CASTRO, C. de; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Comparação de blocos casualizados e testemunhas intercalares à estimativa de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37,n.12, p.1675-1680, 2002.

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

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

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.323-330, 2001.

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.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 379 p.

LOVELL, S. T.; SIMS, G. K.; WAX, L. M.; HASSETT, J. J. Hidrolysis and soil adsorption of the labile herbicide isoxaflutole. **Environmental Science & Technology**, Easton, v.34, p.3186-3190, 2000.

MACHADO, F.B.P. **Brasil, a doce terra**. Disponível em: <<http://www.canaweb.com.br/conteudo/Historiadosetor.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2001.

PALLET, K. E.; LITTLE, J. P.; SHEEKEY, M.; VEERASEKARAN, P. The mode of action of isoxaflutole – I. Physiological Effects, Metabolism and Selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.62, p.113-124, 1998.

PALMA, V. de. **Períodos de controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). Efeito do número de repetições sobre a precisão experimental**. 2000. 82f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.23, p.16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBCPD, 1984. p.37.

RASCHKE, U.; WERNER, G.; WILD, H.; STOTTMEISTER, U. Photolysis of metribuzin in oxygenated aqueous solutions. **Chemosphere**, Oxford, v.36, n.8, p.1745-1758, 1998.

RESENDE, M. D. V. de; SOUZA JUNIOR, C. L. de. Número de repetições e tamanho da parcela para seleção de progênies de milho em solos sob cerrado e fértil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.8, p.148-156, 1997.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: s. n., 1998. p.228-232, 361-365, 389-395.

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

ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.433-438, 2002.

SMITH, A. E.; WALKER, A. Prediction of the persistence of the triazine herbicides atrazine, cyanazine and metribuzin in Regina Heavy Clay. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.69, p.587-595, 1989.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 45p.

SOUZA, E. A.; GERALDI, I. O.; RAMALHO, M. A. P. Alternativas experimentais na avaliação de famílias em programas de melhoramento genético do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1765-1771, 2000.

SPADOTTO, C. A. Uso de herbicidas no Brasil. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas>>. Acesso em: 10 out. 2003.

TOWNLEY-SMITH, T. F.; HURD, E. A. Use of moving means in wheat yield trials. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.53, p.447-450, 1973

VELINI, E. D. **Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia**. 1995. 250f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

VICTORIA FILHO, R.; CAMARGO, P. N. de. Efeitos de herbicidas nos teores de macronutrientes e nas características tecnológicas da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). I - Misturas de herbicidas em pós-emergência. **Planta Daninha**, Campinas, v.3, n.5, p.96-107, 1980.

WALKER, A. Simulation of the persistence of eight soil applied herbicides. **Weed Research**, Oxford, v.18, p.305-313, 1978.

CAPÍTULO 2 – COMPARAÇÃO ENTRE BLOCOS CASUALIZADOS CONVENCIONAL E BLOCOS CASUALIZADOS COM TESTEMUNHAS PAREADAS NA AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NAS SOQUEIRAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO – Este trabalho objetivou comparar a precisão experimental do delineamento em blocos casualizados e blocos casualizados com testemunhas pareadas, na avaliação da seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. O experimento foi realizado no município de Araras, SP, em uma soqueira de cana-de-açúcar da cultivar RB835089, de terceiro e quarto corte, durante dois anos agrícolas (safras de 2001/2002 e 2002/2003), respectivamente. Os delineamentos utilizados foram o de blocos casualizados convencional e o de blocos casualizados com testemunhas pareadas. Os herbicidas utilizados foram diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$), azafenidin + hexazinone ($192,5 + 247,5 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ L ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($127,5 \text{ g ha}^{-1}$), com uma testemunha capinada. Os herbicidas foram aplicados com equipamento costal pressurizado (CO_2), munido de barra com três bicos Teejet DG (“Drift Guardian”) 110.02 VS, espaçados de 0,50 cm, a uma pressão de 35 libras pol^2 em volume de calda de aproximadamente 250 L ha^{-1} . Concluiu-se que o delineamento em blocos com testemunhas pareadas acusou, pelo teste F da análise de variância, um número maior de variáveis com diferenças entre os tratamentos. O teste t foi melhor que o teste de Tukey para comparação da médias dos tratamentos, devido a apresentar um número maior de tratamentos com diferenças em relação à testemunha.

Palavras chaves: precisão experimental, seletividade, herbicidas, cana-de-açúcar

2.1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar, por ocupar uma grande área de cultivo e ser altamente tecnificada, segundo SPADOTTO (2003), é a terceira cultura que mais se utiliza de herbicidas para o controle químico de plantas daninhas, consumindo 12,90% dos herbicidas comercializados, seguindo a soja (39,80%) e o milho (23,50%).

O uso de herbicidas em pré ou pós-emergência, quando devidamente aplicado, é eficaz no controle das plantas daninhas. Os herbicidas, na sua maioria, utilizados na cultura da cana-de-açúcar são seletivos, ou seja, controlam as plantas daninhas sem comprometer o desenvolvimento e produtividade da cultura. Embora, os herbicidas seletivos não prejudiquem a cultura, nos primeiros dias após aplicação, as plantas podem apresentar alguns sintomas de intoxicação, que, na maioria das vezes, são superados com o desenvolvimento das plantas.

Essas injúrias causadas nas plantas podem persistir por algum tempo, dias ou até meses, dependendo das características da molécula do herbicida aplicado. As empresas que desenvolvem os herbicidas e os pesquisadores da área, cientes dessa realidade, desenvolvem diferentes pesquisas nesse sentido. Nessas pesquisas, procura-se testar herbicidas novos no mercado comparativamente com herbicidas cujos efeitos são sabidamente conhecidos, além de um tratamento testemunha.

Os ensaios de seletividade de herbicidas, no campo, são instalados, geralmente, em delineamento em blocos casualizados com os resultados submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F, seguido de um teste de comparação de médias: Tukey, teste t, Duncan, etc. Ocorre que o uso de uma única testemunha dentro de cada bloco dificulta a observação de algumas variáveis, principalmente quando as plantas de cana-de-açúcar estão mais desenvolvidas. Essa dificuldade de controle local prejudica a precisão do experimento, podendo resultar em análises com falsas conclusões. Segundo BARBOSA (2000), o princípio do controle local deve ser respeitado para minimizar o erro experimental.

Na tentativa de aumentar a precisão experimental diferentes delineamentos e técnicas foram desenvolvidas, embora tenham seu uso muito pouco divulgado, resultando na escassez de literatura. Nesse sentido, encontrou-se trabalhos que usaram os delineamentos em látice e blocos aumentados; método de Papadakis, testemunhas intercalares e médias móveis.

Na avaliação de clones de batata, BEARZOTI et al. (1997) testaram diferentes métodos estatísticos e observaram que o delineamento em blocos aumentados foi mais eficiente que o látice, por demandar menos recursos. O delineamento em blocos aumentados permite o acréscimo de tratamentos sem repetição nos blocos, proporcionando menor área experimental (Federer, 1956 citado por BEARZOTI et al., 1997). SOUZA et al. (2000) também verificaram que o delineamento em blocos aumentados foi o mais eficiente na avaliação do feijão, em programa de melhoramento genético. Em avaliações de linhagens de soja, LIN et al. (1993) constataram que o delineamento em látice foi superior ao delineamento em blocos aumentados e inferior à técnica do vizinho mais próximo.

Em programa de melhoramento genético do feijão, FALEIRO et al. (2002) constataram que a precisão experimental do delinamento em blocos casualizados e delineamento com testemunhas intercalares foram semelhantes ao avaliar as características genéticas do feijão. A técnica das testemunhas intercalares permite ajustar os valores observados, a partir de valores de parcelas próximas, contendo testemunhas espaçadas sistematicamente na área (TOWNLEY SMITH & HURD, 1973). Segundo MAK et al. (1978), ao avaliar linhagens de cevada, observaram que o método de testemunhas intercalares possui precisão semelhante aos métodos de médias móveis e delineamento em látice, mas o método de médias móveis foi mais indicado por a não precisar de área adicional para disposição das testemunhas.

A precisão experimental, além da utilização de diferentes delineamentos e técnicas, também pode ser aumentada utilizando-se de artifícios mais simples, como o aumento no número de repetições ou a diminuição do tamanho das parcelas. RESENDE & SOUZA JÚNIOR (1997), trabalhando com progênies de milho, verificaram que o aumento no número de repetições foi mais eficiente que o aumento do tamanho

das parcelas na avaliação do progresso genético do milho. Em culturas perenes arbóreas, ROSSETTI (2002) comentou que a redução no tamanho das parcelas permitiram maior número de repetições, que diminuiu o erro experimental e aumentou a precisão dos testes estatísticos aplicados aos dados observados.

Em plantas daninhas, uma das constatações de VELINI (1995) foi que o aumento da área amostrada por parcela foi mais eficiente do que o aumento do número de repetições do experimento, em termo de redução da variabilidade dos resultados. Entretanto, PALMA (2000) comentou que o aumento do número de repetições não alterou os valores médios do quadrado médio do resíduo, coeficiente de variação e o valor de F para os tratamentos. Também observou que o número de repetições tem um limite máximo, acima do qual os ganhos com precisão experimental são pequenos.

Em virtude da escassez de literatura sobre técnicas que aumentem a precisão experimental especificamente em ensaios envolvendo seletividade de herbicidas nas culturas, esse trabalho tem como objetivo comparar a precisão experimental do delineamento em blocos casualizados convencional e blocos casualizados com testemunha pareada, na avaliação da seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar.

2.2. Material e Métodos

2.2.1. Local e datas

Os experimentos foram instalados em condições de pós-emergência inicial e tardia das plantas de cana-de-açúcar nos anos agrícolas de 2001 e 2002, em área pertencente ao Sítio Retiro, município de Araras, Estado de São Paulo.

No primeiro ano agrícola, a instalação ocorreu durante a estação das chuvas, sendo que a condição de pós-emergência inicial teve os herbicidas aplicados no dia 06/11/2001 e a condição de pós-emergência tardia no dia 04/12/2001. Entretanto, no segundo ano agrícola, a instalação do experimento foi durante a estação das secas,

sendo os herbicidas aplicados no dia 26/08/2002 (pós-emergência inicial) e no dia 17/09/2002 (pós-emergência tardia).

2.2.2. Características do solo

O solo dos experimentos é de textura muito argilosa (61% argila, 24% de areia, 15% de silte e 21 g dm⁻³ de matéria orgânica) e foi devidamente corrigido e adubado para atender às necessidades nutricionais da cultura da cana-de-açúcar, de acordo com a análise química do solo. As amostras para a análise química foram coletadas na profundidade de 0-20 cm e realizadas pelo CCA/UFSCar, estando seus resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado das análises químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 - 20 cm, no Sítio Retiro, Araras, 2003.

Características analisadas	Valores
Acidez (pH em CaCl ₂)	5,1
Matéria orgânica (g/dm ³)	21
Fósforo (mg dm ³)	11
Potássio (mmol _c /dm ³)	1,3
Cálcio (mmol _c /dm ³)	23
Magnésio (mmol _c /dm ³)	10
Hidrogênio + alumínio (mmol _c /dm ³)	31
Soma de bases (mmol _c /dm ³)	34,3
Capacidade de troca de cátions (CTC ou T em mmol _c /dm ³)	65,3
Saturação de bases (V%)	53

Análise realizada no CCA/UFSCar/Araras.

2.2.3. Cultivar

A cultivar RB835089, segundo a UFSCar (1997), é recomendada para plantio tardio com ciclo de 18 meses, tendo potencial para produtividade tanto na cana-planta

como nas soqueiras. A colheita dessa cultivar é recomendada entre os meses de agosto a novembro e apresenta médio teor de sacarose e fibra. Quanto à exigência de fertilidade do solo a cultivar não é exigente, desenvolvendo-se bem em qualquer textura de solo. A cultivar apresenta fechamento regular das entrelinhas, formação de touceiras ralas com rápido crescimento, colmos eretos com pouca palha, diâmetro médio dos colmos, difícil tombamento, folhas com largura e comprimento médios, sendo eretas e dispostas de forma contorcida.

2.2.4. Delineamento experimental e estatístico

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo que o tratamento com a testemunha capinada foi acrescido para cada tratamento químico, dentro de cada bloco. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento, espaçadas de 1,30 m, sendo consideradas úteis as três linhas centrais (39 m²).

2.2.5. Herbicidas utilizados

Os herbicidas utilizados foram diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹), azafenidin + hexazinone (192,5 + 247,5 g ha⁻¹), metribuzin (1,92 L ha⁻¹) e isoxaflutole (127,5 g ha⁻¹) e testemunha capinada. Esses herbicidas possuem os nomes comuns de: Velpar K (diuron + hexazinone), Êvolus (azafenidin + hexazinone), Sencor (metribuzin) e Provence (isoxaflutole). Após a aplicação dos herbicidas todas as parcelas foram mantidas capinadas, para verificar apenas o efeito da seletividade dos herbicidas sobre as plantas da cana-de-açúcar.

2.2.6. Tecnologia de aplicação

A aplicação do produto foi feita em condição de pós-emergência inicial e tardia das plantas de cana-de-açúcar. No ano agrícola de 2001, a aplicação dos herbicidas foi realizada quando as plantas apresentaram altura média de 10,68 e 29,50 cm, enquanto

que no ano agrícola de 2002 a altura média das plantas foi de 9,58 e 14,95 cm, para condição de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente.

Em todos os experimentos utilizou-se equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com três bicos Teejet DG ("Drift Guardian") 110.02 VS, espaçados de 0,50 cm, a uma pressão de 35 libras pol² em volume de calda de aproximadamente 250 L ha⁻¹.

No primeiro ano agrícola de 2001 o horário de aplicação dos herbicidas no experimento em pós-emergência inicial foi realizado das 9:00 às 10:00 horas, em dia ensolarado, com solo superficialmente úmido, temperatura do ar acima de 20°C, ausência de ventos e nebulosidade. No experimento em pós-emergência tardia a aplicação dos herbicidas foi realizada das 10:30 às 11:20 horas, com solo superficialmente úmido, temperatura do ar acima de 20°C, rajadas de vento entre 7-8 km h⁻¹ e cerca de 40% de nebulosidade.

Entretanto, para o ano agrícola de 2002 a aplicação dos herbicidas para o experimento em pós-emergência inicial foi realizada das 8:30 às 9:20 horas, em dia ensolarado, ausência de nuvens, solo superficialmente seco, temperatura do ar acima de 15°C, ventos com rajadas entre 3 - 4 km h⁻¹. No experimento em pós-emergência tardia, a aplicação dos produtos foi realizada das 8:20 às 9:10 horas, em dia ensolarado, ausência de nuvens, solo seco, temperatura do ar acima de 15°C, ventos com rajadas entre 7 e 8 km h⁻¹.

2.2.7. Variáveis avaliadas

Nas duas condições de aplicação e em ambos anos agrícolas, avaliou-se nas plantas de cana-de-açúcar:

a) Altura aos 30, 45 e 60 dias após tratamento (DAT), medindo-se a distância do solo até a lígula da primeira folha aberta de dez colmos escolhidos ao acaso;

b) Estande (colmos m⁻¹) aos 90 e 180 DAT, contando-se todos os colmos das três linhas centrais;

c) Produção de colmos ($t\ ha^{-1}$): a primeira colheita foi realizada em 06/08/2002, quando os experimentos apresentavam-se com 273 e 245 DAT, para a condição de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente. A segunda colheita foi realizada em 19/08/2003, quando os experimentos apresentavam-se com 358 e 336 DAT, também para condição de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente. Para todos os experimentos pesou-se todos os colmos cortados nas três linhas centrais de cada parcela, com auxílio de um dinamômetro;

d) Açúcar Teórico Recuperado ($kg\ t\ cana^{-1}$) determinado pelo laboratório da Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (AFOCAPI), segundo o sistema de pagamento pelo teor de sacarose em vigor atualmente, a partir da coleta de dez colmos despontados na linha central de cada parcela, logo após a queima do canavial, nas mesmas datas em que foram realizadas as colheitas.

2.2.8. Tabulação dos dados para análise de variância

Os dados coletados foram tabulados de acordo com o delineamento em blocos casualizados, considerando 4 tratamentos químicos e 1 testemunha (DBC testemunha tradicional) e também considerando 4 tratamentos químicos e 4 testemunhas (DBC testemunhas pareadas).

A tabulação dos dados para o DBC testemunha tradicional foi obtida fazendo-se a média de todas as testemunhas de um mesmo bloco, obtendo-se apenas uma única testemunha por bloco. Neste caso, o teste F da análise de variância foi obtido de forma tradicional, podendo ser realizado em qualquer programa estatístico.

Entretanto, o teste F da análise de variância para o DBC com testemunhas pareadas foi obtido em planilha elaborada no software Microsoft Excel, de acordo com a tabulação proposta na Tabela 2.

Tabela 2. Tabulação dos dados para análise de variância, de acordo com o delineamento em blocos com testemunha pareada.

Tratamentos		Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Total
T1	Testemunha	X1	X2	X3	X4	$\sum T1$
T2	Testemunha	X5	X6	X7	X8	$\sum T2$
T3	Testemunha	X9	X10	X11	X12	$\sum T3$
T4	Testemunha	X13	X14	X15	X16	$\sum T4$
T5	diuron + hexazinone	X17	X18	X19	X20	$\sum T5$
T6	Azafenidin + hexazinone	X21	X22	X23	X24	$\sum T6$
T7	metribuzin	X25	X26	X27	X28	$\sum T7$
T8	isoxaflutole	X29	X30	X31	X32	$\sum T8$
Total		$\sum BL1$	$\sum BL2$	$\sum BL3$	$\sum BL4$	$\sum_{x1}^{x32} xi$

2.2.9. Análise de variância

Para a realização da análise de variância, a partir dos dados tabulados (Tabela 2), seguiu-se o esquema de análise de variância proposto na Tabela 3.

Tabela 3. Quadro de análise de variância com as respectivas fórmulas para o cálculo da análise, utilizando o delineamento em blocos casualizados com testemunhas pareadas.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Blocos	3	$SQ_{bloc} = \left(\sum_{Bl1}^{Bl4} BLn^2 / I \right) - FC$	$\frac{SQ_{blocos}}{3}$	$\frac{QM_{blocos}}{QM_{residuo}}$
Tratamentos	4	$SQ_{trat} = \left(\sum_{T1}^{T4} Tn^2 / Jtes \right) + \left(\sum_{T5}^{T8} Tn^2 / Jtra \right) - FC$	$\frac{SQ_{tratamento}}{4}$	$\frac{QM_{trat.}}{QM_{residuo}}$
Resíduo	24	$SQ_{res} = SQ_{total} - SQ_{trat} - SQ_{blocos}$	$\frac{SQ_{residuo}}{24}$	---
Total	31	$SQ_{total} = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 x_{ij}^2 - FC$	---	---

(G.L.) graus de liberdade; (SQ) soma de quadrados; (QM) quadrado médio; (F) teste F de Snedecor

Soma de quadrados total

$$SQ_{total} = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 x_{ij}^2 - FC$$

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^4 x_{ij}^2 = x_{11}^2 + x_{12}^2 + \dots + x_{84}^2$$

Fator Correção (FC) = $\{[(x_{11} + x_{12} + \dots + x_{84})^2] / (I \cdot J)\}$, onde:

I = número de tratamentos (8)

J = número de repetições (4)

Soma de quadrados de tratamentos

$$SQ_{trat.} = \left(\sum_{T1}^{T4} Tn^2 / J_{test} \right) + \left(\sum_{T5}^{T8} Tn^2 / J_{trat} \right) - FC$$

$$\sum_{T1}^{T4} Tn^2 = (T1 + T2 + T3 + T4)^2$$

J_{test} = Número de parcelas dos tratamentos testemunha (16)

$$\sum_{T5}^{T8} Tn^2 = T5^2 + T6^2 + T7^2 + T8^2$$

J_{trat} = Número de parcelas dos tratamentos herbicidas (4)

Soma de quadrados de blocos

$$SQ_{bloc} = \left(\sum_{BL1}^{BL4} BLn^2 / I \right) - FC$$

$$\sum_{BL1}^{BL4} BLn^2 = B_1^2 + B_2^2 + B_3^2 + B_4^2$$

I = Número de tratamentos (8)

Soma de quadrados do resíduo

$$SQ_{res.} = SQ_{total} - SQ_{trat} - SQ_{blo\ cos}$$

2.2.10. Teste para comparação de médias

Nos casos em que o valor de F da análise de variância apresentou-se significativo, utilizou-se o teste t de Student e o teste de Tukey para comparação das médias. Para o DBC com testemunhas pareadas utilizou-se uma planilha elaborada no Microsoft Excell, cujos contrastes e fórmulas utilizadas para os testes t e Tukey encontram-se na Tabela 4. Todavia, para o DBC tradicional, ambos os testes, foram calculados de acordo com a literatura, podendo ser executado em qualquer programa estatístico, sendo que para o teste t os contrastes estabelecidos foram os mesmos apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Contrastes e fórmulas para o cálculo do teste t de Student e para o teste de Tukey, utilizando o delineamento em blocos casualizados com testemunhas pareadas.

Contrastes	t calculado	Tukey calculado (d.m.s.)
1- testemunha x herbicidas	$Y=4*mt-m5-m6-m7-m8$	$Y / \sqrt{2} * QMres.$
2- testemunha (m1) x diuron + hexazinone (m5)	$Y = mt - m5$	$q * \sqrt{\frac{1}{2} * (\frac{1}{J.test.} + \frac{1}{Jtrat}) * QMres}$
3- testemunha (m1) x metribuzin (m7)	$Y = mt - m7$	
4- testemunha (m1) x azafenidin + hexazinone (m6)	$Y = mt - m6$	
5- testemunha (m1) x isoxaflutole (m8)	$Y = mt - m8$	
6- diuron + hexazinone x metribuzin	$Y = m5 - m7$	
7- diuron + hexazinone x azafenidin + hexazinone	$Y = m5 - m6$	$q * \frac{\sqrt{QMres}}{\sqrt{4}}$
8- diuron + hexazinone x isoxaflutole	$Y = m5 - m8$	
9- azafenidin + hexazinone x metribuzin	$Y = m6 - m7$	
10- azafenidin + hexazinone x isoxaflutole	$Y = m6 - m8$	
11- metribuzin x isoxaflutole	$Y = m7 - m8$	

(mt) média da testemunha; (m5) média de diuron + hexazinone; (m6) média de azafenidin + hexazinone; (m7) média de metribuzin; (m8) média de isoxaflutole; (d.m.s.) diferença mínima significativa; (Jtest.) número de repetições da testemunha; (Jtrat) número de repetições dos tratamentos; valores de t tabelado: 2,80 (0,01) e 2,06 (0,05); (q) amplitude total estudentizada: 4,17 (0,05).

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Teste F para análise de variância

Na análise de variância (Tabelas 5 e 6) utilizada para o delineamento em blocos com testemunhas pareadas, pode-se verificar que os valores do QM tratamentos de quase todas as variáveis avaliadas foram maiores que no delineamento em blocos (DBC tradicional). Observa-se também que o QM resíduo também foi maior para o delineamento em blocos com testemunhas pareadas. Apenas nas determinações de altura (30DAT), produção e ART em pós-emergência inicial e altura (30 DAT) em pós-emergência tardia (Tabela 5) e altura (45 DAT) e ART em pós-emergência tardia (Tabela 6) que apresentaram valores menores para o QM resíduo.

Os valores de F calculados na análise de variância utilizando-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) com testemunhas pareadas, em condições de pós-emergência inicial e tardia, apresentaram maior precisão experimental (valores de F maiores), ao nível de 1 e 5%, que aqueles obtidos pelo DBC com testemunha tradicional, para as diferentes variáveis avaliadas (Tabelas 7 e 8).

Essa maior precisão experimental é devida ao maior número de testemunhas pareadas com cada tratamento, dentro de cada bloco. BANZATTO & KRONKA (1995) preconizam para experimentos com poucos tratamentos, mais de uma repetição por bloco para obter maior grau de liberdade na estimativa do erro experimental.

Na realização da análise de variância, quando utilizou-se o DBC com testemunhas pareadas, o número maior de testemunhas contribuiu principalmente com a elevação do grau de liberdade do resíduo. Segundo BARBOSA (2000) o grau de liberdade do resíduo é usado como denominador no cálculo da obtenção do quadrado médio do resíduo, que, por sua vez, na análise de variância, é usado também como denominador para calcular o valor de F.

Entretanto, quanto maior o grau de liberdade do resíduo, menor será o quadrado médio do resíduo e, conseqüentemente, maior será o valor calculado no

teste F. Quanto maior o valor de F calculado, maior será a possibilidade de rejeição da hipótese inicial, dentro dos níveis de probabilidade de 1 e 5%.

Tabela 5. Valores do quadrado médio dos tratamentos (QM tratamentos), quadrado médio do resíduo (QM resíduo) da análise de variância do delineamento em blocos casualizados e delineamento em blocos com testemunhas pareadas, obtidos na safra 2001/2002, Araras, 2003.

Aplicação	Variáveis	Épocas (DAT)	DBC		DBC	
			Testemunha tradicional		Testemunhas pareadas	
			QM Tratamentos	QM resíduo	QM Tratamentos	QM resíduo
Pós-inicial	Altura	30	4,98	8,01	8,15	6,74
		45	30,90	7,98	47,95	10,86
		60	21,11	55,10	47,13	57,19
	Estande	90	1,06	0,38	1,09	0,44
		180	0,63	0,21	0,87	0,24
	Produção	273	282,35	135,92	357,41	86,68
	ATR	273	41,66	48,99	43,82	41,30
Pós-tardia	Altura	30	90,32	98,81	171,25	88,95
		45	84,28	39,25	178,93	59,18
		60	163,61	33,87	337,85	42,22
	Estande	90	1,01	0,17	2,21	0,36
	Produção	245	349,16	33,79	800,38	60,02
	ATR	245	40,25	12,17	81,03	13,57

DAT (dias após tratamento), DBC (delineamento em blocos casualizados), QM (quadrado médio).

Tabela 6. Valores do quadrado médio dos tratamentos (QM tratamentos), quadrado médio do resíduo (QM resíduo) da análise de variância do delineamento em blocos casualizados e delineamento em blocos com testemunhas pareadas, obtidos na safra 2002/2003, Araras, 2003.

Aplicação	Variáveis	Épocas (DAT)	DBC		DBC		
			Testemunha tradicional	Testemunhas pareadas	Testemunha tradicional	Testemunhas pareadas	
			QM trat.	QM res.	QM trat.	QM res.	
Pós-inicial	Altura (cm)	30	2,45	3,04	4,69	4,26	
		45	5,73	2,72	10,15	3,61	
		60	5,20	1,57	7,81	4,37	
	Estande	90	0,45	0,79	0,66	1,09	
		180	0,39	0,50	0,39	0,68	
	Produção	358	138,65	86,09	204,29	242,90	
	ART	358	173,81	94,43	173,97	114,10	
	Pós-tardia	Altura	30	3,17	2,87	4,81	3,17
			45	9,38	6,40	10,39	5,74
			60	6,72	2,24	10,59	2,43
Estande		90	0,52	0,47	0,74	0,85	
Produção		336	327,88	56,30	670,57	133,63	
ART		336	74,18	155,75	124,00	91,75	

DAT (dias após tratamento), DBC (delineamento em blocos casualizados), QM (quadrado médio).

Tabela 7. Análise de variância sobre altura, estande, produção e açúcar teórico recuperado (ATR) da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial e tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação chuvosa (safra 2001/02), Araras, 2003.

Aplicação	Variáveis	Épocas (DAT)	DBC Testemunha tradicional		DBC Testemunha pareada		
			F	CV(%)	F	CV(%)	
Pós-inicial	Altura	30	0,62 NS	7,80	1,20 NS	7,06	
		45	3,88 *	5,43	4,41 **	6,20	
		60	0,38 NS	11,38	0,82 NS	11,34	
	Estande	90	2,75 NS	4,95	2,47 NS	5,30	
		180	3,04 NS	3,64	3,65 *	3,94	
		Produção	273	2,07 NS	9,17	4,11 *	7,20
ATR	273	0,85 NS	5,10	1,06 NS	4,67		
Pós-tardia	Altura	30	0,91 NS	17,88	1,93 NS	16,24	
		45	2,15 NS	6,66	3,02 *	7,95	
		60	4,82 *	4,33	8,00 **	5,13	
	Estande	90	5,99 **	3,79	6,11 **	5,41	
		Produção	245	10,33 **	5,33	13,34 **	6,74
		ATR	245	3,31 NS	2,54	5,97 **	2,65

DAT (dias após tratamento), DBC (delineamento em blocos casualizados), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Tabela 8. Análise de variância sobre altura, estande, produção e açúcar teórico recuperado (ATR) da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial e tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação seca (safra 2002/03), Araras, 2003.

Aplicação	Variáveis	Épocas (DAT)	DBC Testemunha tradicional		DBC Testemunha pareada	
			F	CV(%)	F	CV(%)
Pós-inicial	Altura	30	0,81 NS	9,84	1,10 NS	11,40
		45	2,11 NS	7,41	2,81 *	8,33
		60	3,31 NS	3,97	1,79 NS	6,53
	Estande	90	1,12 NS	5,76	0,87 NS	7,67
		180	0,58 NS	6,50	0,79 NS	7,54
	Produção	358	1,61 NS	6,11	0,84 NS	10,11
ATR	358	1,84 NS	6,40	1,52 NS	7,05	
Pós-tardia	Altura	30	1,11 NS	8,13	1,53 NS	8,40
		45	1,47 NS	8,14	1,81 NS	7,92
		60	3,00 NS	3,81	4,35 **	3,91
	Estande	90	1,12 NS	5,76	0,87 NS	7,67
		180	0,58 NS	6,50	0,79 NS	7,54
	Produção	336	5,82 **	5,41	5,02 **	8,03
ATR	336	0,48 NS	8,15	1,35 NS	6,18	

DAT (dias após tratamento), DBC (delineamento em blocos casualizados), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

As variáveis que apresentaram QM resíduo menores para o delineamento em blocos com testemunhas pareadas foram compensadas pelos elevados valores do QM tratamentos, no momento do cálculo do teste F.

Entretanto, para o delineamento com testemunhas pareadas a relação QM tratamentos/QM resíduo para cálculo do teste F (Tabelas 5 e 6), proporcionou valores de F maiores (Tabelas 7 e 8), possivelmente, devido aos elevados valores

de QM tratamentos e aos equilibrados valores do QM resíduo (Tabelas 5 e 6), em função do aumento do número de graus de liberdade do resíduo (Tabela 3).

Na prática, nos experimentos envolvendo estudos de seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar, o uso do DBC com uma única testemunha, na maioria dos casos, tende a rejeitar a hipótese inicial em níveis de significância de 1 e 5%. Para essa cultura, em que as plantas atingem mais de 2 metros de altura, essa tendência de rejeição pode ser atribuída à dificuldade de controle local no momento das avaliações. Segundo KRONKA & BANZATTO (1995) e BARBOSA (2000) o controle local deve ser respeitado para minimizar o erro experimental.

Observando os dados da Tabela 7, constata-se que quando os herbicidas foram aplicados em pós-emergência inicial da cana-de-açúcar, constatou-se que, com exceção da altura (45 DAT), todas as demais variáveis foram não significativas (NS), ou seja, aceitou-se a hipótese inicial de que as médias dos tratamentos eram iguais estatisticamente. Assim, de acordo com essa proposta estatística, as plantas não apresentaram significância quanto ao perfilhamento (estande), produção e quantidade de açúcar. Mas, quando se observam as mesmas variáveis sendo submetidas à análise de variância em DBC com testemunhas pareadas, além da altura (45 DAT) também encontrou-se significância estatística nos valores de F para o estande (180 DAT) e produção. Na condição de pós-emergência tardia os valores de F também foram mais significativos quando se utilizou-se o DBC com testemunhas pareadas.

VELINI (1995) ao testar a precisão experimental em ensaios com plantas daninhas, indicou a necessidade de relacionar a precisão experimental com a diferença mínima significativa (d.m.s.), detectada pelos testes de comparação de médias. Nesse caso, a necessidade do teste de comparação de médias restringe-se apenas em verificar qual dos herbicidas aplicados causou maiores sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar. A melhor precisão experimental da análise de variância no DBC com testemunhas pareadas já foi suficiente para detectar que os herbicidas foram mais agressivos às plantas de cana-de-açúcar, conferindo melhor eficiência ao delineamento.

Para as variáveis indicadas na Tabela 8, observaram-se poucas significâncias estatísticas, mas, não se deve à utilização dos DBC com uma única testemunha ou com testemunhas pareadas. Ocorre que os experimentos em pós-emergência inicial e tardia, na safra 2002/2003, foram instalados na estação seca, quando a brotação das soqueiras não apresentava bom desenvolvimento inicial.

A escassez de água pode interferir na eficiência dos herbicidas, que geralmente são recomendados para aplicação com solo úmido (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998) e na fisiologia das plantas de cana-de-açúcar, que aprofundam o sistema radicular na procura de umidade (CASAGRANDE, 1991). Entretanto, o gasto de energia que as plantas destinam para formação de raízes, provavelmente interferiu no desenvolvimento da parte aérea da planta, que apresentava-se com menor área de contato no momento da aplicação dos herbicidas, quando comparado com os experimentos instalados na época das chuvas (safra 2001/2002).

Observando as variáveis do experimento em condição de pós-emergência inicial, Tabela 7, constata-se que as análises de variâncias pelo DBC com testemunha tradicional não acusaram diferenças estatísticas. Mas, quando comparadas pelo DBC com testemunhas pareadas, a altura apresentou-se com significância estatística. Para o experimento, em condição de pós-emergência tardia, as variáveis também não diferiram expressivamente, exceto a produção no DBC com testemunha tradicional e a altura (60 DAT) e produção no DBC com testemunhas pareadas.

Embora, a escassez de água, possivelmente, tenha comprometido a ação dos herbicidas e a fisiologia da cultura, o DBC com testemunhas pareadas, nos experimentos da safra 2002/2003, também apresentou-se com uma maior precisão experimental na análise de variância pelo teste F.

Observa-se também que para todos os experimentos, tanto na safra 2001/2002 e 2002/2003 (Tabelas 7 e 8), que os valores do coeficiente de variação não foram bruscamente alterados devido ao uso do delineamento em blocos com testemunhas pareadas. Segundo BARBOSA (2000) o valor para o coeficiente de variação deve ser inferior a 20%, para experimentos de campo. Portanto, pode-se

considerar, em função dos valores do coeficiente de variação, que os dados dos experimentos não apresentaram demasiada variação.

2.3.2. Teste t de Student para comparação de médias

As variáveis do DBC tradicional e DBC com testemunhas pareadas, que apresentaram a hipótese inicial rejeitada pelo teste F, tiveram as médias de seus tratamentos comparadas pelo teste t de Student (0,01 e 0,05) e pelo teste de Tukey (0,05). Todavia, verificou-se que para todas as variáveis submetidas a ambos os testes, o teste t indicou um número maior de tratamentos com diferença estatística que o teste Tukey, tanto para o DBC tradicional como para o DBC com testemunhas pareadas.

Nesse sentido, para o experimento em pós-emergência inicial realizado durante o período das chuvas (Tabela 9) pode-se observar que para a altura aos 45 DAT o teste de Tukey, para o DBC tradicional, apenas acusou diferença para o tratamento com isoxaflutole (contraste 4), enquanto que para o DBC com testemunhas pareadas acusou diferenças para os tratamentos com isoxaflutole e azafenidin + hexazinone (contraste 3 e 4). Nesse sentido, o teste Tukey demonstrou ser mais eficaz para o DBC com testemunhas pareadas, possivelmente, devido ao aumento no número de testemunhas ter possibilitado o cálculo de duas diferenças mínima significativa (d.m.s.). Essas d.m.s. foram calculadas especificamente para os contrastes entre a média da testemunha e as médias dos herbicidas e para os contrastes entre tratamentos herbicidas.

Entretanto, o teste de Tukey, mesmo com melhor eficácia para o DBC com testemunhas pareadas, não foi mais eficaz que o teste t, que sempre acusou diferenças para um número maior de tratamentos ou para um mesmo número de tratamentos, porém, com maior precisão experimental. Nesse caso, pode-se observar o estande (180 DAT), onde o teste de Tukey acusou diferenças entre testemunhas e metribuzin (contraste 2), enquanto que o teste t, além dessa diferença, também foi mais sensível à comparação entre testemunhas e azafenidin + hexazinone (contrastos 2 e 3). Um outro exemplo de eficácia do teste t pode ser

Tabela 9. Desdobramento da análise de variância sobre altura, estande e produção da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação chuvosa (safra 2001/02), Araras, 2003.

Contrastes	DBC tradicional				DBC com testemunha pareada											
	Altura 45 DAT				Altura 45 DAT		Estande 180 DAT		Produção							
	Tukey	t			Tukey	t	Tukey	t	Tukey	t						
1 Test. vs. (diuron+hexazinone)	1,10	NS	0,55	NS	1,10	NS	0,60	NS	-0,07	NS	-0,24	NS	7,08	NS	1,36	NS
2 Test. vs. metribuzin	2,10	NS	1,05	NS	2,10	NS	1,14	NS	-0,91	*	-3,33	**	2,30	NS	0,44	NS
3 Test. vs. (azafenidin+hexazinone)	5,60	NS	2,80	**	5,60	*	3,04	**	-0,64	NS	-2,35	*	1,66	NS	0,32	NS
4 Test. vs. isoxaflutole	6,28	*	3,14	**	6,28	*	3,41	**	-0,17	NS	-0,61	NS	20,60	*	3,96	**
5 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	1,00	NS	0,50	NS	1,00	NS	0,43	NS	-0,84	NS	-2,44	*	-4,78	NS	-0,73	NS
6 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	4,50	NS	2,25	**	4,50	NS	1,93	NS	-0,57	NS	-1,66	NS	-5,42	NS	-0,82	NS
7 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	5,18	NS	2,59	*	5,18	NS	2,22	*	-0,10	NS	-0,29	NS	13,53	NS	2,05	NS
8 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	-3,50	NS	-1,75	NS	-3,50	NS	-1,50	NS	-0,27	NS	-0,77	NS	0,64	NS	0,10	NS
9 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	0,67	NS	0,34	NS	0,67	NS	0,29	NS	0,48	NS	1,37	NS	18,94	NS	2,88	**
10 metribuzin vs. isoxaflutole	4,18	NS	2,09	*	4,18	NS	1,79	NS	0,74	NS	2,15	*	18,30	NS	2,78	*
d.m.s. (Tukey)			2,80	(0,01)	5,43 ^{1L}		2,80	(0,01)	0,81 ^{1L}		2,80	(0,01)	15,35 ^{1L}		2,80	(0,01)
valores tabelados (t)			6,37		6,87 ^{2L}		2,06	(0,05)	1,02 ^{2L}		2,06	(0,05)	19,41 ^{2L}		2,06	(0,05)

DBC (delineamento em blocos casualizados); DAT (dias após tratamento); * (significativo a 5% de probabilidade); ** (significativo a 1% de probabilidade); d.m.s. (diferença mínima significativa); ^{1L} (d.m.s. para média de tratamento testemunha vs. herbicidas); ^{2L} (d.m.s. para média entre tratamentos herbicidas)

observado sobre a produção aos 358 DAT, entre o tratamento testemunha e o isoxaflutole (contraste 4), porém, o teste t acusou maior precisão experimental (0,01) que o Tukey (0,05).

O experimento em pós-emergência tardia, conduzido durante a estação das chuvas, foi o que apresentou o maior número de variáveis influenciada pelos efeitos dos tratamentos, principalmente no DBC com testemunhas pareadas. Entre essas variáveis pode-se observar, pela Tabela 10, a altura (60DAT), estande (90DAT) e produção (245 DAT) para o DBC tradicional e para o DBC com testemunhas pareadas a altura aos 45 e 60 DAT e estande aos 90 DAT (Tabela 11), produção e ATR aos 245 DAT (Tabela 12).

Nesse caso, pela Tabela 10, pode-se observar que no DBC tradicional o teste de Tukey acusou diferenças com menor precisão experimental (0,05) para menor número de herbicidas em relação a testemunha, quando comparado com o teste t. Todavia, para altura aos 60 DAT, o teste Tukey foi significativo a 0,05 para diuron + hexazinone e isoxaflutole (contrastos 1 e 4), enquanto que o teste t apresentou maior sensibilidade (0,01) para esses tratamentos e também para azafenidin + hexazinone (contrastos 1, 3 e 4). O estande aos 90 DAT ficou prejudicado por todos os herbicidas, exceto metribuzin, quando suas médias foram avaliadas pelo teste de Tukey. Entretanto, quando foi avaliado pelo teste t observou-se que todos os herbicidas diferiram da testemunha com maior precisão experimental (0,01), exceto metribuzin (0,05). Por outro lado, a produção aos 245 DAT apresentou diferenças para todos os herbicidas quando comparados com a testemunha para ambos os testes de comparação de média, porém, quando comparados pelo teste t a sensibilidade foi maior (0,01).

Tabela 10. Desdobramento da análise de variância do DBC com testemunha tradicional sobre altura, estande e produção da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação chuvosa (safra 2001/02), Araras, 2003.

Contrastes		DBC com testemunha tradicional					
		Altura 60 DAT		Estande 90 DAT		Produção DAT	
		Tukey	t	Tukey	t	Tukey	t
1	Test. vs. (diuron+hexazinone)	15,53 *	3,77 **	1,10 *	3,78 **	19,60 *	4,77 **
2	Test. vs. metribuzin	6,33 NS	1,54 NS	0,66 NS	2,26 *	13,99 *	3,40 **
3	Test. vs. (azafenidin+hexazinone)	13,00 NS	3,16 **	1,28 *	4,42 **	23,67 *	5,76 **
4	Test. vs. isoxaflutole	13,35 *	3,24 **	0,99 *	3,33 **	20,30 *	4,94 **
5	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	-9,20 NS	-2,24 NS	-0,44 NS	-1,52 NS	-5,61 NS	-1,36 NS
6	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	-2,52 NS	-0,61 NS	0,18 NS	0,63 NS	4,07 NS	0,99 NS
7	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	-2,18 NS	-0,53 NS	-0,13 NS	-0,46 NS	0,71 NS	0,17 NS
8	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	-6,68 NS	-1,12 NS	-0,63 NS	-2,15 *	-9,68 NS	-2,36 *
9	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	0,35 NS	0,09 NS	-0,32 NS	-1,09 NS	-3,37 NS	-0,82 NS
10	metribuzin vs. isoxaflutole	7,02 NS	1,71 NS	0,31 NS	1,06 NS	6,31 NS	1,54 NS
d.m.s. (Tukey)		2,80 (0,01)		2,80 (0,01)		2,80 (0,01)	
valores tabelados (t)		13,12		0,93		13,11	
		2,06 (0,05)		2,06 (0,05)		2,06 (0,05)	

DBC (delineamento em blocos casualizados); DAT (dias após tratamento); * (significativo a 5% de probabilidade); ** (significativo a 1% de probabilidade); d.m.s. (diferença mínima significativa).

Tabela 11. Desdobramento da análise de variância do DBC com testemunhas pareadas sobre altura e estande da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação chuvosa (safra 2001/02), Araras, 2003.

Contrastes	DBC com testemunhas pareadas					
	Altura 45 DAT		Altura 60 DAT		Estande 90 DAT	
	Tukey	T	Tukey	t	Tukey	t
1 Test. vs. (diuron+hexazinone)	10,04 NS	2,33 *	15,53 *	4,27 **	1,10 *	3,27 **
2 Test. vs. metribuzin	7,26 NS	1,69 NS	6,33 NS	1,74 NS	0,66 NS	1,95 NS
3 Test. vs. (azafenidin+hexazinone)	12,04 *	2,80 *	13,00 *	3,58 **	1,28 *	3,81 **
4 Test. vs. isoxaflutole	6,19 NS	1,44 NS	13,35 *	3,68 **	0,96 NS	2,87 **
5 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	-2,77 NS	-0,51 NS	-9,20 NS	-2,00 NS	-0,44 NS	-1,04 NS
6 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	2,00 NS	0,37 NS	-2,52 NS	-0,55 NS	0,18 NS	0,43 NS
7 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	-3,85 NS	-0,71 NS	-2,18 NS	-0,47 NS	-0,13 NS	-0,31 NS
8 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	-4,78 NS	-0,88 NS	-6,68 NS	-1,45 NS	-0,63 NS	-1,47 NS
9 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	-5,85 NS	-1,08 NS	0,35 NS	0,08 NS	-0,32 NS	-0,75 NS
10 metribuzin vs. isoxaflutole	-1,08 NS	-0,20 NS	7,02 NS	1,53 NS	0,31 NS	0,73 NS
d.m.s. (Tukey)	12,68 ¹	2,80 (0,01)	10,71 ²	2,80 (0,01)	0,99 ¹	2,80 (0,01)
valores tabelados (t)	16,04 ²	2,06 (0,05)	13,55 ²	2,06 (0,05)	1,25 ²	2,06 (0,05)

DBC (delineamento em blocos casualizados); DAT (dias após tratamento); * (significativo a 5% de probabilidade); ** (significativo a 1% de probabilidade); d.m.s. (diferença mínima significativa); ¹ (d.m.s. para média de tratamento testemunha vs. herbicidas); ² (d.m.s. para média entre tratamentos herbicidas)

Tabela 12. Desdobramento da análise de variância do DBC com testemunhas pareadas sobre Produção e Açúcar Teórico Recuperável (ATR) da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação chuvosa (safra 2001/02), Araras, 2003.

Contrastes		DBC com testemunhas pareadas			
		Produção		ATR	
		Tukey	t	Tukey	t
1	Test. vs. (diuron+hexazinone)	19,60 *	4,53 **	2,84 NS	1,38 NS
2	Test. vs. metribuzin	13,99 *	3,23 **	7,62 *	3,70 **
3	Test. vs. (azafenidin+hexazinone)	23,67 *	5,47 **	6,12 *	2,97 **
4	Test. vs. isoxaflutole	20,30 *	4,69 **	6,74 *	3,27 **
5	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	-5,61 NS	-1,02 NS	4,78 NS	1,84 NS
6	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	4,07 NS	0,74 NS	3,28 NS	1,26 NS
7	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	0,71 NS	0,13 NS	3,90 NS	1,50 NS
8	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	-9,68 NS	-1,77 NS	1,50 NS	0,58 NS
9	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	-3,37 NS	-0,61 NS	0,62 NS	0,24 NS
10	metribuzin vs. isoxaflutole	6,31 NS	1,15 NS	-0,88 NS	-0,34 NS
d.m.s. (Tukey)		12,77 ¹	2,80 (0,01)	6,07 ¹	2,80 (0,01)
valores tabelados (t)		16,15 ²	2,06 (0,05)	7,68 ²	2,06 (0,05)

DBC (delineamento em blocos casualizados); DAT (dias após tratamento); * (significativo a 5% de probabilidade); ** (significativo a 1% de probabilidade); d.m.s. (diferença mínima significativa); ¹ (d.m.s. para média de tratamento testemunha vs. herbicidas); ² (d.m.s. para média entre tratamentos herbicidas)

Nesse mesmo experimento, para o DBC com testemunhas pareadas, além das variáveis observadas para o DBC tradicional, encontrou-se também efeito dos tratamentos para altura aos 45 DAT e ATR aos 245 DAT. Nesse caso, pode-se observar pela Tabela 11 que para a altura aos 45 DAT o teste de Tukey foi menos eficaz que o teste t, por apresentar apenas diferença para azafenidin + hexazinone (contraste 3), enquanto o teste t também acusou diferenças para diuron + hexazinone (contrastes 1 e 3). Por outro lado, para altura aos 60 DAT e estande 90 DAT o teste de Tukey e t de Student apresentaram diferenças para diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone e isoxaflutole (contrastes 1, 3 e 4), porém, com maior precisão experimental (0,01) para o teste t. A maior sensibilidade (0,01) do teste t sobre o Tukey também pode ser observada pela Tabela 12 sobre a produção e ATR aos 245 DAT. Nesse caso, para produção e ATR os testes de Tukey e t apresentaram as diferenças para as

médias dos mesmos tratamentos herbicidas em relação a testemunha, respectivamente, entretanto, para o teste t a precisão experimental foi de 0,01.

Quanto às variáveis altura (60 DAT), estande (90 DAT) e produção (245 DAT), influenciadas pelo efeito dos tratamentos no DBC tradicional e também no DBC com testemunhas pareadas (Tabelas 10, 11 e 12), observou-se que o teste de Tukey teve uma eficiência similar entre os delineamentos. Nesse caso, a altura aos 60 DAT apresentou diferenças para os herbicidas diuron + hexazinone e isoxaflutole no DBC tradicional (Tabela 10), enquanto que no DBC com testemunhas pareadas também apresentou diferenças para azafenidin + hexazinone (Tabela 11). Entretanto, para o estande (Tabelas 10 e 11) e produção (Tabelas 10 e 12) o teste de Tukey apresentou diferenças entre os mesmos tratamentos para ambos delineamentos. Por sua vez, o teste t apresentou diferenças para altura (Tabelas 10 e 11), estande, exceto metribuzin (Tabelas 10 e 11) e produção (Tabelas 10 e 12).

Para os experimentos instalados no segundo ano agrícola, a condição climática da estação da seca possivelmente prejudicou a ação dos herbicidas. Segundo RODRIGUES & ALMEIDA (1998) os herbicidas tem sua ação prejudicada quando a umidade do solo não é suficiente para ativar as moléculas, entretanto, recomendam que a maioria dos herbicidas sejam aplicados com o solo úmido.

Assim, o experimento em condição de pós-emergência inicial apenas apresentou efeito dos tratamentos sobre a altura aos 45 DAT, com total recuperação aos 60 DAT, no DBC com testemunhas pareadas (Tabela 13), enquanto que no DBC tradicional nenhuma variável apresentou significância. Para a altura aos 45 DAT, assim como para a maioria das variáveis analisadas, o teste de Tukey foi menos eficaz que o t, que, além de acusar diferença para diuron + hexazinone também apresentou diferença para azafenidin + hexazinone em relação a testemunha (contrastos 1 e 3).

Tabela 13. Desdobramento da análise de variância do DBC com testemunhas pareadas sobre a altura da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação seca (safra 2002/03), Araras, 2003.

Contrastes		DBC com testemunhas pareadas	
		Altura 45 DAT	
		Tukey	t
1	Test. vs. (diuron+hexazinone)	3,09 *	2,91 **
2	Test. vs. metribuzin	1,29 NS	1,21 NS
3	Test. vs. (azafenidin+hexazinone)	2,31 NS	2,18 *
4	Test. vs. isoxaflutole	0,99 NS	0,93 NS
5	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	-1,80 NS	-1,34 NS
6	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	-0,77 NS	-0,58 NS
7	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	-2,10 NS	-1,56 NS
8	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	-1,03 NS	-0,76 NS
9	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	-1,33 NS	-0,99 NS
10	metribuzin vs. isoxaflutole	-0,30 NS	-0,22 NS
d.m.s. (Tukey)		3,13 ¹	2,80 (0,01)
valores tabelados (t)		3,96 ²	2,06 (0,05)

DBC (delineamento em blocos casualizados); DAT (dias após tratamento); * (significativo a 5% de probabilidade); ** (significativo a 1% de probabilidade); d.m.s. (diferença mínima significativa); ¹ (d.m.s. para média de tratamento testemunha vs. herbicidas); ² (d.m.s. para média entre tratamentos herbicidas)

Entretanto, para o experimento em pós-emergência tardia, mesmo com as limitações de umidade no solo, observa-se pela Tabela 14 que o número de variáveis influenciadas pelo efeito dos tratamentos foram maiores no DBC com testemunhas pareadas que no DBC tradicional. A produção foi a única variável que apresentou significância no DBC tradicional, onde os testes de Tukey e t acusaram diferenças entre as médias de diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone e isoxaflutole (contraste 1, 3 e 4), porém, com maior sensibilidade (0,01) para o teste t (contrastos 1, 3 e 4). No DBC com testemunhas pareadas a altura aos 60 DAT apresentou maior precisão experimental (0,05) para o teste t (contrastos 3 e 4) e a produção aos 336 DAT apresentou diferenças para azafenidin + hexazinone e isoxaflutole, além do diuron + hexazinone, também para o teste t (contrastos 1, 3 e 4).

Tabela 14. Desdobramento da análise de variância do DBC com testemunhas pareadas sobre altura e estande da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação chuvosa (safra 2002/03), Araras, 2003.

Contrastes	DBC tradicional		DBC com testemunhas pareadas			
	Produção		Altura 60 DAT		Produção	
	Tukey	T	Tukey	t	Tukey	t
1 Test. vs. (diuron+hexazinone)	22,45 *	4,23 **	1,46 NS	1,67 NS	22,45 *	3,47 **
2 Test. vs. metribuzin	8,89 NS	1,68 NS	0,28 NS	0,32 NS	8,89 NS	1,38 NS
3 Test. vs. (azafenidin+hexazinone)	17,26 *	3,25 **	2,58 *	2,96 **	17,26 NS	2,67 *
4 Test. vs. isoxaflutole	18,99 *	3,58 **	2,86 *	3,27 **	18,99 NS	2,94 **
5 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	-13,56 NS	-2,56 *	-1,18 NS	-1,06 NS	-13,56 NS	-1,66 NS
6 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	-5,19 NS	-0,98 NS	1,13 NS	1,02 NS	-5,19 NS	-0,64 NS
7 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	-3,46 NS	-0,65 NS	1,40 NS	1,27 NS	-3,46 NS	-0,42 NS
8 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	-8,37 NS	-1,58 *	-2,30 NS	-2,08 *	-8,37 NS	-1,02 *
9 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	1,73 NS	0,33 NS	0,28 NS	0,25 NS	1,73 NS	0,21 NS
10 metribuzin vs. isoxaflutole	10,10 NS	1,90 NS	2,58 NS	2,33 *	10,10 NS	1,24 NS
d.m.s. (Tukey)		2,80 (0,01)	2,57 ¹	2,80 (0,01)	19,05 ¹	2,80 (0,01)
valores tabelados (t)	16,92	2,06 (0,05)	3,25 ²	2,06 (0,05)	24,10 ²	2,06 (0,05)

DBC (delineamento em blocos casualizados); DAT (dias após tratamento); * (significativo a 5% de probabilidade); ** (significativo a 1% de probabilidade); d.m.s. (diferença mínima significativa); ¹ (d.m.s. para média de tratamento testemunha vs. herbicidas); ² (d.m.s. para média entre tratamentos herbicidas)

2.4. Conclusões

Para a avaliação da seletividade dos herbicidas na cultura da cana-de-açúcar pode-se concluir que:

- O delineamento em blocos com testemunhas pareadas acusou, pelo teste F da análise de variância, um número maior de variáveis com diferenças entre os tratamentos.

- O teste t foi melhor que o teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos, devido a apresentar um número maior de tratamentos com diferenças em relação à testemunha.

2.5. Referências

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. de N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1995. 247p.

BARBOSA, J. C. **Estatística experimental**. Jaboticabal: 2000. 288p. Apostila.

BEARZOTI, E.; PINTO, C. A. B. P.; OLIVEIRA, M. S. de. Comparação entre métodos estatísticos na avaliação de clones de um programa de melhoramento de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.877-884, 1997.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; CASTRO, C. de; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Comparação de blocos casualizados e testemunha intercalares a estimativa de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.12, p.1675-1680, 2002.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; VOLDENG, H. D.; GUILLEMETTE, R. Performance of randomized block designs in field experiments. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.1, p.168-171, 1993.

MAK, C.; HARVEY, B. L.; BERDAHL, J. D. An evaluation of control plots and moving means for error control in barley nurseries. **Crop Science**, Madison, v.18, n.5, p.870-873, 1978.

PALMA, V. de. **Períodos de controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). Efeito do número de repetições sobre a precisão experimental.** 2000. 82f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

RESENDE, M. D. V. de; SOUZA JUNIOR, C. L. de. Número de repetições e tamanho da parcela para seleção de progênies de milho em solos sob cerrado e fértil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.148-156, 1997.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas.** 4. ed. Londrina: s. n., 1998. p.228-232, 361-365, 389-395.

ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.433-438, 2002.

SOUZA, E. A.; GERALDI, I. O.; RAMALHO, M. A. P. Alternativas experimentais na avaliação de famílias em programas de melhoramento genético do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1765-1771, 2000.

SPADOTTO, C. A. **Uso de herbicidas no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas>>. Acesso em: 10 out. 2003.

TOWNLEY-SMITH, T. F.; HURD, E. A. Use of moving means in wheat yield trials. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.53, p.447-450, 1973.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Departamento de Biotecnologia Vegetal. **Programa de cooperação técnica científica na área de melhoramento genético da cana-de-açúcar**: relatório de atividades. Araras, 1997. 91p.

VELINI, E. D. **Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados a matologia**. 1995. 250f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

CAPÍTULO 3 – SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL E TARDIA NA ÉPOCA DAS CHUVAS

RESUMO – Este trabalho objetivou verificar a seletividade de azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, metribuzin e diuron + hexazinone, aplicados em condição de pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas, avaliada pelo delineamento em blocos casualizados com testemunhas pareadas. O experimento foi conduzido, após a colheita com queima prévia do canavial, em soqueira de cana-de-açúcar (cv. RB835089) de terceiro corte (safra 2001/2002), em Araras, SP. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, acrescido de uma testemunha capinada para cada tratamento químico, dentro de cada bloco (testemunhas pareadas). Os tratamentos foram constituídos pelos herbicidas: diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹), azafenidin + hexazinone (192,5 + 247,5 g ha⁻¹), metribuzin (1,92 L ha⁻¹) e isoxaflutole (127,5 g ha⁻¹) e testemunha capinada. Os herbicidas foram aplicados com equipamento costal pressurizado (CO₂), em área total, munido de barra com três bicos Teejet DG 110.02 VS, espaçados de 0,50cm, a uma pressão de 35 libras pol⁻² em volume de calda de aproximadamente 250 L ha⁻¹. Concluiu-se que os herbicidas foram mais tóxicos na pós-emergência tardia que na inicial. Na pós-emergência inicial, somente o isoxaflutole afetou a produção, enquanto na pós-emergência tardia todos os herbicidas afetaram a produção e com exceção de diuron+hexazinone, as características tecnológicas e rendimento do açúcar.

Palavras chaves: toxicidade, testemunhas pareadas, herbicidas, cana-de-açúcar

3.1. Introdução

Para região sudeste do Brasil, a época das chuvas se concentra durante as estações da primavera e verão, entre os meses de setembro a março. Nesse período, a maior ocorrência de chuvas e a elevação da temperatura são condições, segundo AZZI & FERNANDES (1968), que estimulam a germinação das sementes das plantas daninhas, que passam a disputar com a cultura por água, nutrientes, luz e espaço.

Os efeitos dessa matoinfestação durante todo ciclo da cultura foram estudados por GRACIANO & RAMALHO (1983) que observaram perdas de 83,1% na produção agrícola e 83,6% na pol ha^{-1} , em relação à cultura capinada. Quando a competição ocorreu no período crítico da cultura, as perdas atingiram 30,9 e 33,1% para produção agrícola e pol ha^{-1} , respectivamente. No trabalho de ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982) foram observadas perdas de 85,5% na produção agrícola quando não se controlou a infestação de plantas daninhas. COLETI et al. (1984) observaram perdas de até 23 t ha^{-1} , quando abandonaram a cultura à livre ocorrência de plantas daninhas. BLANCO et al. (1984) verificaram que uma densidade de 32 indivíduos m^{-2} de uma comunidade infestante composta por gramíneas e dicotiledôneas, causou 26,7% de queda na produtividade agrícola, mas não alterou os teores de fibra e os valores de brix, pol, pureza e açúcares redutores no caldo.

Em pesquisa mais recente, KUVA et al. (2001) constataram que mesmo com deficiência hídrica, uma população de *Brachiaria decumbens* causou intensa interferência na cultura da cana-de-açúcar, resultando 82% de redução na produtividade dos colmos. A cultura pôde conviver com a comunidade infestante até 89 dias após o plantio, sem sofrer redução significativa na produtividade. O período mínimo de controle para assegurar máxima produtividade, foi de 138 dias após o plantio.

Em cana-de-açúcar, para o controle da comunidade infestante os produtores adotam principalmente o controle químico que, segundo RODRIGUES & ALMEIDA (1998), podem utilizar-se de uma ampla variedade de herbicidas

registrados para uso comercial na cultura. Na escolha do herbicida o produtor deve considerar principalmente a seletividade do herbicida à cultura, além do tipo de solo, porte das plantas da cultura e plantas daninhas, espécies daninhas existentes na área e condições climáticas.

A mistura pronta azafenidin + hexazinone (Êvolus) está em fase final de teste, portanto, ainda não é muito usual entre os produtores de cana-de-açúcar. Entretanto, essa mistura deve ser melhor estudada porque seus sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar ainda não são totalmente conhecidos, tanto entre produtores quanto na comunidade científica.

Na pré-emergência da cana-de-açúcar encontramos os poucos trabalhos realizados com esse novo herbicida, dentre os quais destacamos o de NEGRISOLI (2002) que observou que azafenidin + hexazinone ($0,16 + 0,20 \text{ kg ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ kg ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($0,053 \text{ kg ha}^{-1}$) não causaram prejuízos ao crescimento, produtividade e características tecnológicas da cultura. PASTRE & ROLIM (2002a) que constataram a seletividade de azafenidin + hexazinone ($350 + 450 \text{ kg ha}^{-1}$) para 10 cultivares de cana planta de ciclo de 12 meses em solo arenoso e argiloso, quando o herbicida não prejudicou o número de perfilhos e altura das plantas. PASTRE & ROLIM (2002b) testaram novamente azafenidin + hexazinone ($350 + 450 \text{ kg ha}^{-1}$), mas em cana planta de ciclo de 18 meses e observaram mais uma vez a seletividade do herbicida que não prejudicou o número de perfilhos, altura e área foliar da cultura.

O isoxaflutole (Provence) é um herbicida que, embora tenha um menor tempo de uso no mercado, atualmente é muito usado entre os produtores de cana-de-açúcar. Esse herbicida, geralmente, causa toxicidade na cana-de-açúcar nos primeiros meses após a aplicação. Os sintomas mais comuns observados para esse produto pode ser desde um amarelo intenso a clorose e queimadura na ponta das folhas.

Na pré-emergência da cana-de-açúcar, COSTA & ROZANSKI (2003) observaram que isoxaflutole ($67,5 \text{ g ha}^{-1}$) e o herbicida padrão diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$) causaram sintomas de intoxicação de 14% até aos 60 DAT (dias após tratamento) e menores produções em relação à testemunha

capinada. CHRISTOFFOLETI et al. (1997) também obtiveram resultados semelhantes ao constatarem que isoxaflutole ($93,7$ e $112,5$ g ha⁻¹) e diuron + hexazinone ($330 + 1170$ g ha⁻¹) apresentaram sintomas de intoxicação leves até aos 29 DAT, com total recuperação. Em pós-emergência da cana-de-açúcar, DURIGAN et al. (1997) comentaram que isoxaflutole ($112,5$ g ha⁻¹) ou em mistura com ametryn (3000 g ha⁻¹) ou diuron (1500 g ha⁻¹) causou clorose, queimadura nos ponteiros das folhas e redução na altura até aos 63 DAT.

O metribuzin (Sencor) é uma outra molécula herbicida que também pode ser usada para cana-de-açúcar, sendo, geralmente, de menor toxicidade quando comparada com azafenidin + hexazinone e isoxaflutole.

Nesse sentido, considerando aplicações em pré-emergência, RICHARD JR (1989) comentou que o metribuzin ($2,7$ kg ha⁻¹) foi menos tóxico que hexazinone ($1,6$ kg ha⁻¹) e terbacil ($1,6$ kg ha⁻¹), quando aplicado em diferentes cultivares de cana-de-açúcar, resultando em maior produção e rendimento de açúcar. MILLHOLLON (1993) constatou que metribuzin ($1,1$ e $3,0$ kg ha⁻¹) em mistura com pendimethalin (0 ; $1,5$ e $3,0$ kg ha⁻¹) ou apenas metribuzin ($2,7$ e $2,2$ kg ha⁻¹) controlou mais de 70% da infestação de *Sorghum halepense* e *Rottboellia cochinchinensis* sem causar sintomas de intoxicação e prejuízos à cultura. RICHARD JR (1993) também constatou que entre as aplicações de metribuzin ($2,7$ kg ha⁻¹), terbacil ($2,1$ kg ha⁻¹) e fenac ($3,4$ kg ha⁻¹) durante três anos, metribuzin e terbacil controlaram a infestação de *Cynodon dactylon* o que possibilitou as melhores produções. MILLER et al. (1998) também não verificaram prejuízos para estande, altura e rendimento de açúcar quando aplicaram metribuzin (105 , 210 , 420 , 840 e 1680 g ha⁻¹) no sulco de plantio ou metribuzin no sulco de plantio (1680 g ha⁻¹) + metribuzin (2020 g ha⁻¹) na superfície do solo.

Em pós-emergência da cana-de-açúcar, metribuzin foi estudado por RICHARD JR (1996), que constatou que metribuzin ($2,6$ kg ha⁻¹) causou menores injúrias, maior estande, produção e maior rendimento de açúcar, quando comparado com clomazone ($1,1$ e $2,2$ kg ha⁻¹) e terbacil ($1,8$ kg ha⁻¹). RICHARD JR (1998) também verificou que metribuzin (2280 g ha⁻¹) aplicado na primavera,

após sulfometuron (30, 60, 110 e 150 g ha⁻¹) no outono, causou menores sintomas de intoxicação e nenhum prejuízo à altura e produção da cana-de-açúcar.

No mercado também existem herbicidas de maior tempo de uso entre os produtores, como a mistura pronta de diuron+hexazinone (Velpar K). Os efeitos dessa mistura pronta sobre as plantas de cana-de-açúcar são mais conhecidos entre os pesquisadores, que, geralmente, adotam-na como herbicida padrão nos experimentos com herbicidas.

Nesse sentido, CLEMENT et al. (1979) constataram que diuron + hexazinone (339 + 964; 428 + 1296 e 719 + 2048 g ha⁻¹), em pré-emergência da cana-de-açúcar, não prejudicou a produção e características tecnológicas (fibra, pol, brix e pureza) da cana-de-açúcar. Na pós-emergência da cana-de-açúcar, VICTORIA FILHO & CAMARGO (1980) também constataram resultados semelhantes ao verificarem que diuron + hexazinone (0,80 + 0,45 kg ha⁻¹) comparados com outros herbicidas também não prejudicaram a produção e as mesmas características tecnológicas.

Para MELLO FILHO et al. (1986) a mistura pronta de diuron + hexazinone, em pós-emergência da cana-de-açúcar, não causou injúrias severas, mesmo quando aplicadas em solo arenoso (1,2 kg ha⁻¹), médio (1,5 kg ha⁻¹) e argiloso (1,8 kg i.a. ha⁻¹). Entretanto, diuron + hexazinone (0,30 + 0,88; 0,35 + 1,20 e 0,45 + 1,36 kg ha⁻¹) quando comparado com metribuzin (1,05 kg ha⁻¹) foi tóxico até aos 50 DAT e metribuzin não foi tóxico, mas, ambos herbicidas não prejudicaram a produção e as características tecnológicas (CRUZ & GURGELL, 1983).

Esses herbicidas podem ser aplicados em pré ou pós-emergência da cana-de-açúcar, sendo esta característica muito importante para o produtor porque durante a estação primavera/verão, o aumento das precipitações e temperaturas, além de promoverem o desenvolvimento das plantas daninhas (AZZI & FERNANDES, 1968), também favorecem a brotação das plantas de cana-de-açúcar (CASAGRANDE, 1991). Assim, o produtor, muitas vezes, não consegue aplicar o herbicida em pré-emergência e nem em pós-emergência inicial da cultura, em função do atraso operacional causado pelas próprias chuvas. Nessas situações, o produtor obriga-se a aplicar os herbicidas quando a cana-de-açúcar

está mais desenvolvida, ou seja, na pós-emergência tardia. Nesse caso, a seletividade do herbicida torna-se ainda mais importante, porque os sintomas de intoxicação podem ser mais severos.

Assim, considerando o período de maior ocorrência de chuvas e as elevadas temperaturas, o desenvolvimento das plantas daninhas e da cana-de-açúcar e os herbicidas descritos, esta pesquisa objetivou verificar a seletividade da mistura pronta de azafenidin + hexazinone comparativamente aos herbicidas isoxaflutole, metribuzin e diuron + hexazinone, aplicados em condição de pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas, avaliada pelo delineamento em blocos casualizados com testemunhas pareadas.

3.2. Material e Métodos

3.2.1. Local e datas

Foram instalados dois experimentos, sendo um em condições de pós-emergência inicial e outro em condição de pós-emergência tardia das plantas de cana-de-açúcar no ano agrícola de 2001/2002, em área pertencente ao Sítio Retiro, município de Araras, Estado de São Paulo.

A área comercial de cana-de-açúcar foi colhida após a queima prévia do canavial no dia 10/10/2001, sendo que o experimento em condição de pós-emergência inicial teve os herbicidas aplicados no dia 06/11/2001 (27 dias após a colheita) e o experimento em condição de pós-emergência tardia no dia 04/12/2001 (55 dias após a colheita). Os experimentos em pós-emergência inicial e tardia foram instalados no período de maior ocorrências de chuvas (tabela 1), quando as plantas de cana-de-açúcar apresentaram altura média de 10,68 e 29,50 cm, respectivamente.

Tabela 1. Total de precipitações (mm) e temperaturas médias mensais (°C) ocorridas nas últimas décadas e durante a condução do experimento (2001/2002). Araras, 2003.

Ano	Meses	Precipitações (mm)		Temperatura (°C)	
		Média *	Experimento**	Média*	Experimento**
2001	Janeiro	274,6	244,2	24,4	25,4
	Fevereiro	203,9	132,6	24,7	26,5
	Março	161,7	100,4	24,1	25,2
	Abril	69,3	47,8	21,5	22,9
	Maio	72,1	94,2	19,0	19,0
	Junho	43,4	21,4	17,6	19,9
	Julho	34,7	3,8	17,5	20,6
	Agosto	33,5	67,2	19,5	22,8
	Setembro	75,2	84,2	20,5	23,9
	Outubro	123,0	148,1	22,1	25,2
	Novembro ¹	158,1	152,4	22,9	24,8
	Dezembro ²	212,6	493,0	23,2	23,3
2002	Janeiro	274,6	317,4	24,4	23,2
	Fevereiro	203,9	284,0	24,7	23,2
	Março	161,7	166,0	24,1	24,6
	Abril	69,3	6,0	21,5	23,0
	Maio	72,1	72,0	19,0	20,1
	Junho	43,4	0,0	17,6	20,2
	Julho	34,7	15,0	17,5	19,0
	Agosto	33,5	110,0	19,5	21,5

Fonte: CCA/UFSCar/Araras; * medias históricas no período de 01/01/1972 a 31/05/2003; ** dados mensais de precipitações e médias de temperaturas no período de jan/2001 a ago/2002; ¹ aplicação dos herbicidas em pós-emergência inicial; ² aplicação dos herbicidas em pós-emergência tardia.

3.2.2. Características do solo

O solo dos experimentos é de textura muito argilosa (61% argila, 24% de areia, 15% de silte e 21 g dm⁻³ de matéria orgânica) e foi devidamente corrigido e adubado para atender às necessidade nutricionais da cultura da cana-de-açúcar, de acordo com a análise química do solo. As amostras para a análise química foram coletadas na profundidade de 0 e 20 cm e realizadas pelo CCA/UFSCar, estando seus resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado das análises químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 – 20 cm, no Sítio Retiro, Araras, 2003.

Características analisadas	Valores
Acidez (pH em CaCl ²)	5,1
Matéria orgânica (g/dm ³)	21
Fósforo (mg dm ³)	11
Potássio (mmol _c /dm ³)	1,3
Cálcio (mmol _c /dm ³)	23
Magnésio (mmol _c /dm ³)	10
Hidrogênio + alumínio (mmol _c /dm ³)	31
Soma de bases (mmol _c /dm ³)	34,3
Capacidade de troca de cátions (CTC ou T em mmol _c /dm ³)	65,3
Saturação de bases (V%)	53

Análise realizada no CCA/UFSCar/Araras.

3.2.3. Cultivar

A cultivar RB835089, segundo a UFSCar (1997), é recomendada para plantio tardio com ciclo de 18 meses, tendo potencial para produtividade tanto na cana-planta como nas soqueiras. A colheita dessa cultivar é recomendada entre os meses de agosto a novembro e apresenta médio teor de sacarose e fibra. Quanto à exigência de fertilidade do solo a cultivar não é exigente, desenvolvendo-se bem em qualquer textura de solo. A cultivar apresenta fechamento regular das entre linhas, formação de touceiras ralas com rápido crescimento, colmos eretos com pouca palha, diâmetro médio dos colmos, difícil tombamento, folhas com largura e comprimento médios, sendo eretas e dispostas de forma contorcida.

3.2.4. Delineamento experimental e estatístico

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, acrescido de uma testemunha capinada para cada tratamento químico, dentro de cada bloco (testemunhas pareadas). O esquema da análise de variância encontra-se na Tabela 3 e os tratamentos foram

constituídos pelos herbicidas: diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$), azafenidin + hexazinone ($192,5 + 247,5 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ L ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($127,5 \text{ g ha}^{-1}$) e testemunha capinada. As parcelas foram constituídas de 5 linhas de cana-de-açúcar com 10m de comprimento, espaçadas de 1,30m, sendo consideradas úteis as 3 linhas centrais (39 m^2).

A análise de variância pelo teste F, de acordo com o delineamento, foi utilizada para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis analisadas e, posteriormente, para comparação das médias dos tratamentos utilizou-se o teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Esquema para análise de variância das variáveis avaliadas após aplicação dos herbicidas em condição de pós-emergência inicial e tardia. Araras, 2003.

Causas de variação	G.L.
Blocos	3
Tratamentos	4
Resíduo	24
Total	31

3.2.5. Herbicidas utilizados

Os herbicidas utilizados foram azafenidin + hexazinone ($192,5 + 247,5 \text{ g ha}^{-1}$), isoxaflutole ($127,5 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ L ha}^{-1}$), diuron + hexazinona ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$) e testemunha capinada. Esses herbicidas possuem os nomes comuns de: Évolus (azafenidin + hexazinone), Provence (isoxaflutole), Sencor (metribuzin) e Velpar K (diuron + hexazinone). Após a aplicação dos herbicidas todas as parcelas foram mantidas capinadas, para verificar apenas o efeito da seletividade dos herbicidas sobre as plantas da cana-de-açúcar.

3.2.6. Tecnologia de aplicação

A aplicação dos produtos foi feita em condição de pós-emergência inicial e tardia das plantas de cana-de-açúcar. As aplicações dos herbicidas foram realizadas quando as plantas apresentaram altura média de 10,68 e 29,50 cm, para as condições de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente.

A aplicação dos produtos no experimento em pós-emergência inicial foi realizada das 9:00 às 10:00 horas, em dia ensolarado, com solo superficialmente úmido, temperatura do ar acima de 20°C, ausência de ventos e nebulosidade. No experimento em pós-emergência tardia a aplicação dos produtos foi realizada das 10:30 às 11:20 horas, com solo superficialmente úmido, temperatura do ar acima de 20°C, rajadas de vento entre 7-8 km h⁻¹ e cerca de 40% de nebulosidade.

Em todos os experimentos utilizou-se equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com três bicos Teejet DG ("Drift Guardian") 110.02 VS, espaçados de 0,50 cm, a uma pressão de 35 libras pol² em volume de calda de aproximadamente 250 L ha⁻¹, mantido a altura de 50cm do solo.

3.2.7. Variáveis avaliadas

Para os experimentos em condição de pós-emergência inicial e tardia, avaliou-se nas plantas de cana-de-açúcar nas três linhas centrais de cada parcela:

a) Sintomas de intoxicação (%): aos 15, 30, 45 e 60 DAT (dias após tratamento), atribuindo, visualmente, notas percentuais de acordo com os sintomas de intoxicação na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar; na escala percentual utilizada a variação ocorre de 0 a 100, sendo que 0% representa ausência de sintomas de intoxicação e 100% morte de todas as plantas; as notas atribuídas foram médias da avaliação de três avaliadores;

b) Altura (cm): aos 30, 45 e 60 dias após tratamento (DAT), medindo-se a distância do solo até a lígula da primeira folha aberta de dez colmos escolhidos ao acaso;

c) Diâmetro dos colmos (cm): aos 180 DAT, mediu-se com auxílio de um paquímetro o terço médio do entrenó na parte média de 10 colmos escolhidos ao acaso;

d) Estande (colmos m^{-1}): aos 90 e 180 DAT, contando-se todos os colmos das três linhas centrais;

e) Clorofila total das folhas (expresso em Unidades relativas – UR): aos 30, 45 e 60 DAT, através do clorofilômetro de campo Modelo Spad 502 Minolta, no terço médio da folha +3 de 06 plantas escolhidas ao acaso;

f) Índice de fluorescência (Fv/Fm): aos 30, 45 e 60 DAT, através do fluorômetro portátil (PEA – “Plant Efficiency Analyser”, Hansatech), no terço médio da folha +3 de 06 plantas escolhidas ao acaso. Segundo CECHIN (1996) a razão entre a fluorescência variável máxima (Fv)/ fluorescência total máxima (Fm) é de 0,8 (80%) para a maioria das espécies, sendo que a diminuição de seu valor indica que algum fator ambiental pode estar interferindo na eficiência do fotossistema II;

g) Análise tecnológica (brix%caldo, fibra%cana, pureza%caldo, açúcares redutores%caldo (AR) e açúcar total recuperado%caldo (ATR) em kg ($t\ cana^{-1}$): determinada pelo laboratório da Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (AFOCAPI), segundo o sistema de teor de pagamento em vigor atualmente. As amostras retiradas de cada parcela foram compostas pela coleta de dez colmos despontados ao acaso na linha central, logo após a queima do canavial;

h) Produção de colmos ($t\ ha^{-1}$): a colheita foi realizada em 06/08/2002, quando os experimentos apresentavam-se com 273 e 245 DAT, para a condição de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente. Para ambos os experimentos pesou-se todos os colmos cortados nas três linhas centrais de cada parcela, com auxílio de um dinamômetro.

3.3. Resultados e discussão

3.3.1. Condições climáticas

Os dados de precipitações e temperaturas prevalecentes nos meses das estações da primavera e verão (setembro/2001 a março/2002) foram maiores ou muito próximos àqueles da média histórica (Tabela 1). Essa observação torna-se importante para mostrar que as plantas de cana-de-açúcar do experimento em pós-emergência inicial (novembro/2001) e pós-emergência tardia (dezembro/2001) não sofreram nenhuma condição de precipitação e temperatura atípica.

As elevadas temperaturas e ocorrências de chuvas possivelmente favoreceram a brotação das soqueiras e o desenvolvimento dos cdmos (CASAGRANDE, 1991) de ambos os experimentos até próximo aos 180 DAT (maio/2002). Então, a diminuição das precipitações e temperatura possivelmente favoreceram o amadurecimento da cana-de-açúcar, que foi colhida em agosto/2002.

O aumento das precipitações e temperaturas na estação da primavera/verão, possivelmente colaboram com a quebra da dormência das sementes das plantas daninhas no solo. Entretanto, nessa época do ano torna-se imprescindível o controle das plantas daninhas, devido ao aumento de plantas na comunidade infestante (AZZI & FERNANDES, 1968).

3.3.2. Época de aplicação dos herbicidas

A instalação do experimento em pós-emergência inicial no início de novembro foi em função das condições climáticas observadas na Tabela 1 que pela média de precipitações das últimas décadas, as maiores precipitações iniciam-se em setembro.

A instalação do experimento em pós-emergência tardia no início de dezembro foi para simular a seletividade do herbicida sobre da cana-de-açúcar mais desenvolvida. Ocorre que o aumento das ocorrências das chuvas pode

impossibilitam os produtores de aplicar os herbicidas no momento recomendado, levando-os a aplicação em pós-emergência tardia.

3.3.3. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência inicial

No experimento em pós-emergência inicial da soqueira os sintomas de intoxicação foram mais severos no início (15 DAT) e praticamente inexistentes aos 60 DAT. Considerando o período de 15 a 60 DAT os herbicidas isoxaflutole, diuron + hexazinone, metribuzin e azafenidin + hexazinone apresentaram visualmente uma ordem decrescente de toxicidade nas plantas de cana-de-açúcar (Figura 1).

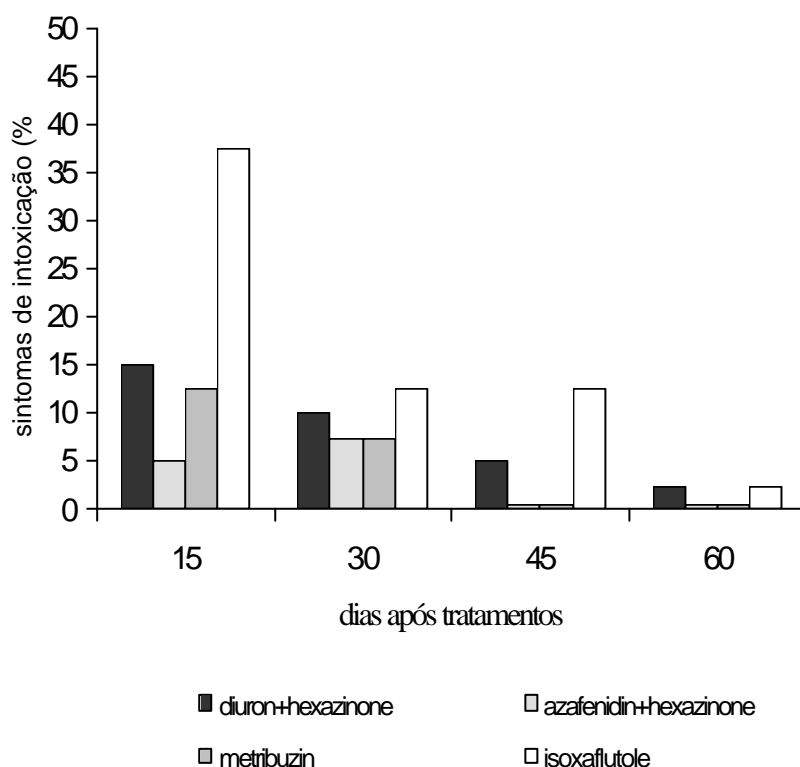


Figura 1. Sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar aos 15, 30, 45 e 60 dias após tratamento com diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole, em condição de pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

O isoxaflutole apresentou sintomas de intoxicação mais acentuados, sendo 37,5; 12,5; 12,5 e 2,5% nas plantas de cana-de-açúcar, respectivamente aos 15, 30, 45 e 60 DAT. O principal sintoma foi caracterizado por um amarelo mais intenso nas folhas das plantas da cultura. Esses resultados são similares aos encontrados por DURIGAN et al. (1997) e CHRISTOFFOLETI et al. (1997).

A mistura pronta de diuron + hexazinone foi a segunda mais tóxica à cultura (15; 10; 5 e 2,5%), o metribuzin foi o terceiro mais tóxico (12,5; 7,5; 0 e 0%) e a mistura pronta de azafenidin + hexazinone foi a menos tóxica (5; 7,5; 0 e 0%), respectivamente aos 15, 30, 45 e 60 DAT. Para diuron + hexazinone os sintomas de intoxicação mais observados foram estrias amarelas nas folhas e para azafenidin + hexazinone redução do porte das plantas (“enfazamento”).

Os herbicidas azafenidin + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole, visualmente, demonstram-se seletivos as plantas de cana-de-açúcar, pois as plantas apresentaram percentuais de intoxicação próximos à mistura pronta de diuron + hexazinone, cujo comportamento é bastante conhecido. Segundo MELLO FILHO et al. (1986) diuron + hexazinone também não causou injúrias severas à cana-de-açúcar até aos 60 DAT, mesmo quando testado em solos arenosos, médios ou argilosos. Os baixos percentuais de intoxicação causados pelos produtos e a total recuperação da cana-de-açúcar aos 60 DAT podem ser atribuídos ao período de maior ocorrência de chuvas.

Os sintomas de intoxicação mais acentuados para isoxaflutole podem estar relacionados com sua forte adsorção pelas partículas do solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998), que possivelmente prejudicou sua distribuição no perfil, mesmo com a infiltração da água das chuvas. Nesse caso, os brotos de cana-de-açúcar, possivelmente, tenham permanecido em maior contato com o herbicida concentrado nas camadas mais superficiais, causando os sintomas de intoxicação mais severos. Entretanto, nem mesmo as elevadas temperaturas e pluviosidades do período (Tabela 1) conseguiram amenizar os sintomas de intoxicação mais intensos, pois segundo CASAGRANDE (1991) essas condições climáticas estimulam o desenvolvimento rápido dos brotos.

Os sintomas de intoxicação menos intensos causados por azafenidin + hexazinone e metribuzin podem estar relacionados com a menor adsorção de suas moléculas no solo. Segundo dados da ANVISA (2003) a mistura de azafenidin + hexazinone é muito móvel no solo, podendo atingir o lençol freático, e de acordo com RODRIGUES & ALMEIDA (1998) o metribuzin é moderadamente adsorvido nas partículas do solo.

Essas características associadas a maior ocorrência de chuvas podem ter possibilitado a maior distribuição de azafenidin + hexazinone e moderada distribuição de metribuzin, no perfil do solo. Assim, as camadas superficiais do solo podem não ter ficado com esses herbicidas concentrados, possibilitando menor contato dos brotos da cana-de-açúcar com as moléculas, resultando na menor intoxicação.

Concordando com os sintomas de intoxicação observados na Figura 1 a altura, estande e diâmetro dos colmos das plantas da cana-de-açúcar também não foram severamente prejudicados (Tabela 4), embora tenha ocorrido efeito dos tratamentos sobre a altura aos 45 DAT e estande aos 180 DAT.

Tabela 4. Análise de variância sobre a altura, estande e diâmetro dos colmos da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Altura	30	1,20 NS	7,06
	45	4,41 **	6,20
	60	0,82 NS	11,34
Estande	90	2,47 NS	5,30
	180	3,65 *	3,94
Diâmetro dos colmos	193	1,29 NS	4,90

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Analisando o desdobramento (Tabela 5), observa-se a altura aos 45 DAT foi prejudicada por azafenidin + hexazinone e isoxaflutole (contrastes 4, 5 e 8), com total recuperação aos 60DAT. Por sua vez, o estande não foi prejudicado por nenhum herbicida, pois o efeito dos tratamentos para o estande aos 180 DAT é devido a média da testemunha ter sido menor que a média de metribuzin e

azafenidin + hexazinone (contraste 3 e 4). Entretanto, ao comparar os tratamentos herbicidas verifica-se que diuron + hexazinone e isoxaflutole apresentaram médias menores para o estande que metribuzin (contrastes 6 e 11). Nesse caso, a comparação entre as médias desses tratamentos não pode ser considerada prejudicial para o estande aos 180 DAT, porque todos os tratamentos herbicidas apresentaram médias maiores que a testemunha.

Tabela 5. Altura e estande da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Contrastes		Altura (cm) 45DAT		Estande (colmos m ²) 180 DAT	
1	4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 + H4)	220,12 vs. 205,04	**	48,76 vs. 50,55	*
2	Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	55,03 vs. 53,93	NS	12,19 vs. 12,26	NS
3	Test. vs. (metribuzin – H2)	55,03 vs. 52,93	NS	12,19 vs. 13,10	**
4	Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	55,03 vs. 49,43	**	12,19 vs. 12,83	*
5	Test. vs. (isoxaflutole – H4)	55,03 vs. 48,75	**	12,19 vs. 12,36	NS
6	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	55,93 vs. 52,93	NS	12,26 vs. 13,10	*
7	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	53,93 vs. 49,43	NS	12,26 vs. 12,83	NS
8	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	53,93 vs. 48,75	*	12,26 vs. 12,36	NS
9	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	49,43 vs. 52,93	NS	12,83 vs. 13,10	NS
10	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	49,43 vs. 48,75	NS	12,83 vs. 12,36	NS
11	metribuzin vs. isoxaflutole	52,93 vs. 48,75	NS	13,10 vs. 12,36	*

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

A fotossíntese das plantas de cana-de-açúcar também foi avaliada pelas variáveis clorofila e fluorescência e observa-se (Tabela 6) que apenas a fluorescência apresentou diferenças em todas as épocas avaliadas. Segundo CECHIN (1996) o índice de fluorescência indica a quantidade de luz que efetivamente foi absorvida pela folha da planta e teoricamente quanto mais luz for absorvida mais eficiente é o processo fotossintético.

Tabela 6. Análise de variância sobre a clorofila total e índice de fluorescência das folhas da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Clorofila	30	0,81 NS	8,58
	45	1,46 NS	4,14
	60	1,49 NS	4,79
Fluorescência	30	3,79*	2,94
	45	3,30*	1,65
	60	9,02**	1,30

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), UR (unidade relativa), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Pode-se observar pela Tabela 7, que a fluorescência aos 30 DAT foi prejudicada pela mistura pronta de azafenidin + hexazinone, pois os valores médios desse tratamento foi menor que aqueles da testemunha, metribuzin e isoxaflutole (contrastes 4, 9 e 10), respectivamente. A fluorescência aos 45 DAT continuou sendo prejudicada por azafenidin + hexazinone (contraste 9) e também passou a ser prejudicada pela mistura pronta de diuron + hexazinone, que reduziu os valores médios de fluorescência em relação à testemunha (contraste 2) e em relação à metribuzin (contraste 6). Aos 60 DAT, quando normalmente a planta está recuperada das interferências sobre a fluorescência, observa-se que diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone continuaram apresentando médias inferiores, em quase todos os contrastes estabelecidos na Tabela 7.

Tabela 7. Índice de fluorescência das folhas da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Contrastes	Fluorescência 30 DAT	Fluorescência 45 DAT	Fluorescência 60 DAT
1 4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	308,56vs.302,8 NS	299,92vs.298,7 NS	300,80vs.296,83 **
2 Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	77,14 vs. 75,46 NS	74,98 vs. 73,25 *	75,20 vs. 72,29 **
3 Test. vs. (metribuzin - H2)	77,14 vs. 77,46 NS	74,98 vs. 76,25 NS	75,20 vs. 75,42 NS
4 Test. vs. (azafenidin+hexazinone - H3)	77,14 vs. 72,63 **	74,98 vs. 74,21 NS	75,20 vs. 73,79 *
5 Test. vs. (isoxaflutole - H4)	77,14 vs. 77,25 NS	74,98 vs. 75,00 NS	75,20 vs. 75,33 NS
6 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	75,46 vs. 77,46 NS	73,25 vs. 76,25 **	72,29 vs. 75,42 **
7 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	75,46 vs. 72,63 NS	73,25 vs. 74,21 NS	72,29 vs. 73,79 *
8 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	75,46 vs. 77,25 NS	73,25 vs. 75,00 NS	72,29 vs. 75,33 **
9 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	72,63 vs. 77,46 **	74,21 vs. 76,25 *	73,79 vs. 75,42 **
10 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	72,63 vs. 77,25 **	74,21 vs. 75,00 NS	73,79 vs. 75,33 *
11 metribuzin vs. isoxaflutole	77,46 vs. 77,25 NS	76,25 vs. 75,00 NS	75,42 vs. 75,33 NS

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

Embora a fluorescência tenha sido influenciada pelo efeito dos tratamentos, torna-se importante salientar que a média dos dados originais dos tratamentos apresentou-se com índice de fluorescência entre 0,72 (70%) a 0,78 (78%) de eficiência na absorção de luz. Segundo CECHIN (1996), a maioria das culturas apresentam índice de fluorescência de 0,8 (80%), indicando que as diferenças ocorridas entre os tratamentos herbicidas não foram muito prejudiciais ao aparato fotossintético.

A qualidade (análise tecnológica) e a produtividade da cana-de-açúcar também foram avaliadas e constata-se que apenas a produção foi influenciada pelos herbicidas (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de variância sobre produção e análise tecnológica (brix, fibra, pureza e açúcares redutores (AR) e açúcar total recuperado (ATR)) da cana-de-açúcar aos 273 DAT influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Variáveis	F	CV(%)
Produção de colmos	4,11 *	7,20
brix%caldo	0,56 NS	4,18
fibra%cana	0,31 NS	7,51
pureza%caldo	2,29 NS	1,69
AR%caldo	2,36 NS	8,79
ATR%caldo	1,06 NS	4,67

(DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

No desdobramento da Tabela 9 observa-se que apenas isoxaflutole reduziu a produtividade da cana-de-açúcar, em relação à testemunha (contraste 5), azafenidin + hexazinone (contraste 10) e metribuzin (contraste 11). A menor produção nos tratamentos com isoxaflutole pode ser reflexo dos sintomas de intoxicação mais intensos (Figura 1) e do menor estande aos 180 DAT, também causados pelo isoxaflutole. Esses resultados contrariam aqueles observados por NEGRISOLI (2002) ao verificar que isoxaflutole, azafenidin + hexazinone e metribuzin não apresentaram prejuízos ao crescimento, produtividade e

características tecnológicas da cana-de-açúcar. A diferença entre os dados da Tabela 9 e aqueles de NEGRISOLI (2002) podem ser devido, além das diferenças entre cultivares, tipo de solo e condições climáticas, a maior sensibilidade do delineamento em blocos com testemunha pareada.

Tabela 9. Produção da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089. Araras, 2003).

Contrastes		Produção (t ha ⁻¹) 273 DAT
1	4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	533,56 vs. 501,92 *
2	Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	133,39 vs. 126,31 NS
3	Test. vs. (metribuzin – H2)	133,39 vs. 131,09 NS
4	Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	133,39 vs. 131,73 NS
5	Test. vs. (isoxaflutole – H4)	133,39 vs. 112,79 **
6	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	126,31 vs. 131,09 NS
7	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	126,31 vs. 131,73 NS
8	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	126,31 vs. 112,79 NS
9	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	131,73 vs. 131,09 NS
10	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	131,73 vs. 112,79 **
11	metribuzin vs. isoxaflutole	131,09 vs. 112,79 *

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

3.3.4. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência tardia

No experimento em pós-emergência tardia os sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar foram mais severos aos 15 DAT que no experimento em pós-emergência inicial. Mas, aos 60 DAT também não se constatou sintomas de intoxicação acentuados. No período de 15 a 60 DAT os herbicidas azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, diuron + hexazinone e metribuzin apresentaram uma ordem decrescente de toxicidade nas plantas de cana-de-açúcar (Figura 2). Comparando esta ordem de toxicidade com aquela do experimento em pós-emergência inicial, observa-se que a mistura pronta de azafenidin + hexazinone

passou a ser muito mais tóxica nos primeiros dias após aplicação, embora a cultura tenha recuperado totalmente aos 60 DAT.

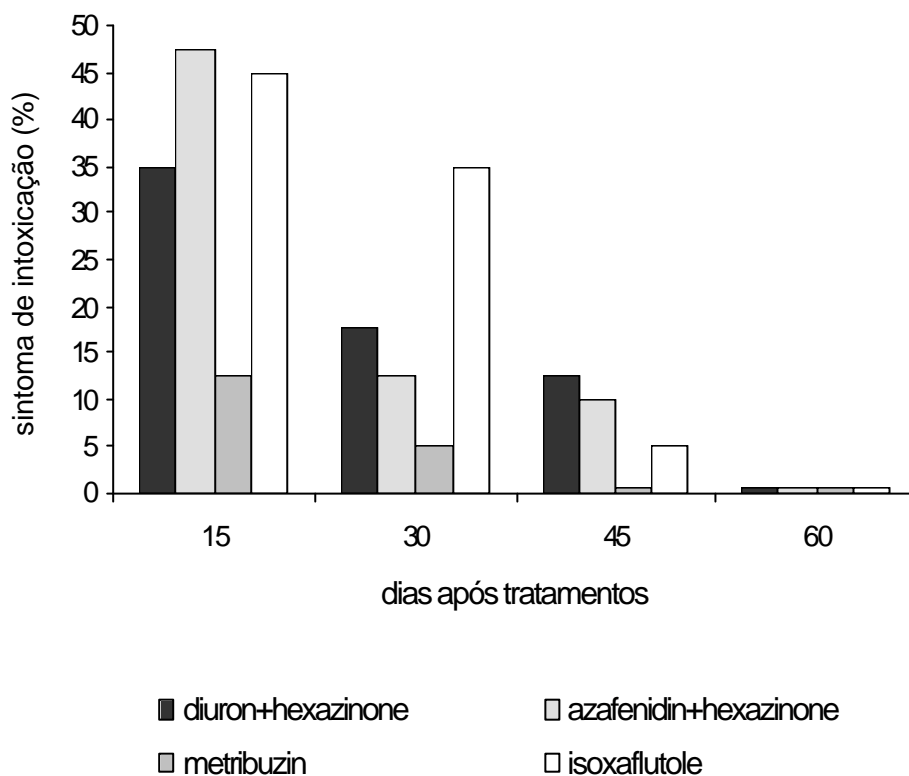


Figura 2. Sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar aos 15, 30, 45 e 60 dias após tratamento com diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone, metribuzim e isoxaflutole, em condição de pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

A mistura pronta de azafenidin + hexazinone causou sintomas de intoxicação mais severos, sendo 47,5; 12,5; 10 e 0% nas plantas de cana-de-açúcar, respectivamente aos 15, 30, 45 e 60 DAT. Observa-se que as plantas

apenas foram sensíveis a ação do herbicida nos primeiros 15 dias, recuperando-se totalmente ao longo do tempo.

Esse comportamento pode ser associado ao maior tamanho das plantas de cana-de-açúcar, que possivelmente tiveram maior contato com o herbicida no momento da aplicação. A recuperação da cultura foi relativamente rápida, pois aos 30 DAT a nota média percentual atribuída diminuiu de 47,5 % (15 DAT) para 12,5%. Essa recuperação também pode estar relacionada com a maior mobilidade do herbicida no solo (ANVISA 2003), que pode ter sido distribuído no perfil pelas chuvas e diminuído os sintomas de intoxicação na cultura. Nessas condições, a recuperação pode ser indício de boa seletividade do produto para a cultura da cana-de-açúcar. O principal sintoma observado foi redução no porte da planta, que apresentava-se menos densa (“enfezamento”).

O isoxaflutole foi o segundo herbicida mais tóxico, causando sintomas de intoxicação de 45; 35; 5 e 0% aos 15, 30, 45 e 60 DAT, respectivamente. A recuperação da cultura pelo isoxaflutole foi um pouco mais lenta, quando comparada com a mistura de azafenidin + hexazinone. Ocorre que as plantas de cana-de-açúcar recuperaram-se da maioria dos sintomas de azafenidin + hexazinone com 30 DAT, enquanto que para isoxaflutole precisaram de 45 DAT para se recuperar da maioria dos sintomas de intoxicação. Assim, como no experimento em pós-emergência inicial, o principal sintoma também foi caracterizado por cloroses branca, porém, mais intensa. Embora isoxaflutole tenha causado sintomas de intoxicação mais pronunciados, em função da aplicação em pós-emergência tardia, a recuperação da cultura foi similar àquelas observadas por CARDOSO (2002), ao constatar 18% de injúrias no início da brotação com total recuperação ao longo do tempo.

A mistura pronta de diuron + hexazinone foi a terceira mais tóxica à cultura (35; 17,5; 12,5 e 0%) e o metribuzin foi o quarto mais tóxico (12,5; 5; 0 e 0%), respectivamente aos 15, 30, 45 e 60 DAT. Para esses herbicidas os sintomas de intoxicação mais observados foram estrias amarelas nas folhas. A recuperação da cana-de-açúcar aos 60 DAT também pode ser atribuída ao período de maior ocorrência de chuvas, que favorece o desenvolvimento da soqueira

(CASAGRANDE, 1991) e menor adsorção do herbicida no perfil do solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

A maior toxicidade dos herbicidas aplicados tardiamente na cultura também tiveram reflexos em outras variáveis avaliadas. Os mesmos herbicidas que causaram os sintomas de intoxicação mais intensos (azafenidin + hexazinone, isoxaflutole e diuron + hexazinone) também causaram redução nas médias de altura e estande, em relação à testemunha. Em relação aos dados da pós-emergência inicial e dos trabalhos de NEGRISOLI (2002) e PASTRE & ROLIM (2002a), o azafenidin + hexazinone não se revelou muito seletivo quando aplicado em pós-emergência tardia da cana-de-açúcar.

Quanto a altura e estande observam-se pela Tabela 10 diferenças para altura aos 45 e 60 DAT e estande aos 90 DAT, sendo que o estande aos 180 DAT não foi possível ser avaliado devido ao acamamento dos colmos. Neste caso, as diferenças ocorridas são devido a influência dos herbicidas.

Tabela 10. Análise de variância sobre altura e estande da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Altura	30	1,93 NS	16,24
	45	3,02 *	7,95
	60	8,00 **	5,13
Estande	90	6,11 **	5,41

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Na Tabela 11 constata-se que para altura aos 45 DAT os tratamentos com diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone apresentaram média inferior a da testemunha (contrastes 2 e 4), indicando possivelmente toxicidade. Esses mesmos sintomas de toxicidade se acentuaram ainda mais na avaliação da altura aos 60 DAT, pois além desses herbicidas persistirem com toxicidade o tratamento

com isoxaflutole também apresentou média inferior à testemunha (contraste 5). Os tratamentos herbicidas que apresentaram toxicidade na altura (60 DAT), também apresentaram estande aos 90 DAT reduzidos em relação à testemunha (contrastes 2, 4 e 5).

Tabela 11. Altura e estande da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante período chuvoso (safra 2001-02). Araras, 2003.

	Contrastes	Altura (cm) 45DAT		Altura (cm) 60DAT		Estande (colmos m ¹) 90 DAT
1	4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	404,76 vs. 369,23	*	531,12 vs. 482,91	**	46,48 vs. 42,46 **
2	Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	101,19 vs. 91,15	*	132,78 vs. 117,25	**	11,62 vs. 10,52 **
3	Test. vs. (metribuzin – H2)	101,19 vs. 93,93	NS	132,78 vs. 126,45	NS	11,62 vs. 10,96 NS
4	Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	101,19 vs. 89,15	*	132,78 vs. 119,78	**	11,62 vs. 10,33 **
5	Test. vs. (isoxaflutole – H4)	101,19 vs. 95,00	NS	132,78 vs. 119,43	**	11,62 vs. 10,65 **
6	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	91,15 vs. 93,93	NS	117,25 vs. 126,45	NS	10,52 vs. 10,96 NS
7	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	91,15 vs. 89,15	NS	117,25 vs. 119,78	NS	10,52 vs. 10,33 NS
8	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	91,15 vs. 95,00	NS	117,25 vs. 119,43	NS	10,52 vs. 10,65 NS
9	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	89,15 vs. 93,93	NS	119,78 vs. 126,45	NS	10,33 vs. 10,96 NS
10	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	89,15 vs. 95,00	NS	119,78 vs. 119,43	NS	10,33 vs. 10,65 NS
11	metribuzin vs. isoxaflutole	93,93 vs. 95,00	NS	126,45 vs. 119,43	NS	10,96 vs. 10,65 NS

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

Na aplicação tardia os herbicidas também causaram prejuízos à fotossíntese, avaliada pela clorofila total e índice de fluorescência. Para clorofila observa-se pela Tabela 12, efeito dos tratamentos sobre a clorofila aos 30 DAT e fluorescência aos 30 e 45 DAT. Quanto à clorofila observa-se que as diferenças se intensificaram até aos 30 DAT após aplicação dos herbicidas, com total recuperação para as demais aplicações. A fluorescência ficou prejudicada até aos 45 DAT, com total recuperação aos 60 DAT.

Tabela 12. Análise de variância sobre a clorofila total e índice de fluorescência das folhas da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Clorofila	30	29,98**	2,68
	45	2,46 NS	5,86
	60	0,19 NS	8,70
Fluorescência	30	9,73**	0,83
	45	5,02**	1,22
	60	0,90 NS	2,56

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), UR (unidade relativa), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Assim, como para a condição de pós-emergência inicial, os dados originais para o índice de fluorescência foram entre 0,72 (72%) a 0,78 (78%) e quando comparados com o índice de fluorescência de 0,8 (80%) para a maioria das culturas (CECHIN, 1996), não representa um prejuízo drástico ao aparato fotossintético.

Em comparação à aplicação em pós-emergência inicial pode-se observar que a fluorescência apresentou comportamento semelhante, mas a clorofila foi prejudicada apenas na condição de pós-emergência tardia. Provavelmente, o maior porte das plantas pode ter favorecido a absorção dos produtos e causado os sintomas de intoxicação mais severos nas plantas de cana-de-açúcar até aos 45 DAT (Figura 2), clorofila aos 30 DAT e fluorescência aos 30 e 45 DAT. Ocorre que os sintomas de intoxicação para alguns herbicidas se caracterizaram por um amarelo intenso nas folhas até aos 30 DAT e esse pode ter sido o motivo da diferença encontrada para clorofila 30 DAT.

Observando-se o desdobramento na Tabela 13 verifica-se que a diferença da clorofila aos 30 DAT foi devida aos tratamentos com diuron + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole (contraste 2, 3 e 5). Devido ao maior porte das plantas de cana-de-açúcar o isoxaflutole causou um branqueamento mais intenso, enquanto que a mistura de diuron + hexazinone um amarelo mais intenso, que provavelmente influíram na leitura do clorofilômetro. Essa observação também pode ser constatada pelas elevadas notas de toxicidade atribuídas para diuron +

hexazinone e isoxaflutole até aos 30 DAT (Figura 2). Entretanto, a mistura de azafenidin + hexazinone não causou redução na clorofila aos 30 DAT, provavelmente porque os sintomas de intoxicação foram mais acentuados até os 15 DAT (Figura 2).

Tabela 13. Clorofila e índice de fluorescência das folhas da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante período chuvoso (safra 2001/02). Araras, 2003.

Contrastes	Clorofila (UR) 30 DAT	Fluorescência 30 DAT	Fluorescência 45 DAT
1 4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	161,28vs.148,97 **	306,4vs.302,92 **	311,80vs.307,80 **
2 Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	40,32 vs. 35,94 **	76,51 vs. 74,75 **	77,95 vs. 76,17 **
3 Test. vs. (metribuzin – H2)	40,32 vs. 38,78 *	76,51 vs. 76,96 NS	77,95 vs. 78,17 NS
4 Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	40,32 vs. 39,29 NS	76,51 vs. 75,33 **	77,95 vs. 76,38 **
5 Test. vs. (isoxaflutole – H4)	40,32 vs. 34,96 **	76,51 vs. 75,88 NS	77,95 vs. 77,08 NS
6 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	35,94 vs. 38,76 **	74,75 vs. 76,96 **	76,17 vs. 78,17 **
7 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	35,94 vs. 32,29 **	74,75 vs. 75,33 NS	76,17 vs. 76,38 NS
8 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	35,94 vs. 34,96 NS	74,75 vs. 75,88 *	76,17 vs. 77,08 NS
9 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	39,29 vs. 38,78 NS	75,33 vs. 76,96 **	76,38 vs. 78,17 *
10 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	39,29 vs. 34,96 **	75,33 vs. 75,88 NS	76,38 vs. 77,08 NS
11 metribuzin vs. isoxaflutole	38,76 vs. 34,96 **	76,96 vs. 75,88 *	78,17 vs. 77,08 NS

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

A fluorescência, assim como na condição de pós-emergência inicial, também foi prejudicada pela mistura pronta dos herbicidas diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone (Tabela 13). Os herbicidas diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone reduziram a média de fluorescência aos 30 e 45 DAT em relação a testemunha (contraste 2 e 4) e em relação a metribuzin (contraste 6 e 9), respectivamente.

A aplicação dos herbicidas em pós-emergência tardia prejudicou muito mais a qualidade (brix%caldo, pureza%caldo, açúcares redutores%caldo e açúcar teórico recuperável%caldo) e produção da cana-de-açúcar, que a aplicação dos herbicidas em pós-emergência inicial (Tabela 14).

Tabela 14. Análise de variância sobre produção e análise tecnológica (brix, fibra, pureza e açúcares redutores (AR) e açúcar total recuperado (ATR)) da cana-de-açúcar aos 245 DAT influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089). Araras, 2003.

Variáveis	F	CV(%)
Produção de colmos	13,34 **	6,74
brix%caldo	8,27 **	2,16
fibra%cana	2,02 NS	7,02
pureza%caldo	4,55 **	1,02
AR%caldo	3,83 *	5,61
ATR%caldo	5,97 **	2,65

(DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Enquanto que na condição de pós-emergência inicial apenas a produção foi prejudicada, na condição de pós-emergência tardia somente a fibra%cana não foi prejudicada. Todos os herbicidas prejudicaram a produção e, exceto diuron + hexazinone, prejudicaram a porcentagem de brix, pureza, AR e ATR do caldo (Tabela 15). Esses resultados podem estar relacionados aos elevados sintomas de intoxicação observados até aos 45 DAT (Figura 2), altura aos 45 e 60 DAT, estande aos 90 DAT, clorofila aos 30 DAT e fluorescência aos 45 e 60 DAT. O maior tamanho das plantas de cana-de-açúcar possivelmente tenha sido a responsável pelas injúrias e prejuízos causados nas plantas da cultura.

Tabela 15. Produção e análise tecnológica (brix, pureza, açúcares redutores (AR) e açúcar total recuperado (ATR)) da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante período chuvoso (safra 2001/02), Araras, 2003.

Contrastes	Produção (t ha ⁻¹) 245 DAT	Análise tecnológica (245 DAT)				
		ATR kg (t cana ⁻¹)	%caldo			
			Brix	Pureza	AR	
1 4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	498,52 vs. 420,96 **	567,48 vs. 544,16 **	79,04 vs. 76,13 **	358,08 vs. 354,01 **	2,28 vs. 2,43 **	
2 Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	124,63 vs. 105,03 **	141,87 vs. 139,03 NS	19,76 vs. 19,48 NS	89,52 vs. 89,55 NS	0,57 vs. 0,57 NS	
3 Test. vs. (metribuzin - H2)	124,63 vs. 110,64 **	141,87 vs. 134,25 **	19,76 vs. 18,60 **	89,52 vs. 87,85 **	0,57 vs. 0,63 **	
4 Test. vs. (azafenidin+hexazinone - H3)	124,63 vs. 100,96 **	141,87 vs. 135,75 **	19,76 vs. 18,95 **	89,52 vs. 88,14 *	0,57 vs. 0,62 *	
5 Test. vs. (isoxaflutole - H4)	124,63 vs. 104,33 **	141,87 vs. 135,13 **	19,76 vs. 19,10 **	89,52 vs. 88,47 *	0,57 vs. 0,61 NS	
6 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	105,03 vs. 110,64 NS	139,03 vs. 134,25 NS	19,48 vs. 18,60 **	89,55 vs. 87,85 *	0,57 vs. 0,63 *	
7 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	105,03 vs. 100,96 NS	139,03 vs. 135,75 NS	19,48 vs. 18,95 NS	89,55 vs. 88,14 *	0,57 vs. 0,62 NS	
8 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	105,03 vs. 104,33 NS	139,03 vs. 135,13 NS	19,48 vs. 19,10 NS	89,55 vs. 88,47 NS	0,57 vs. 0,61 NS	
9 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	100,96 vs. 110,64 NS	135,75 vs. 134,25 NS	18,95 vs. 18,60 NS	88,14 vs. 87,85 NS	0,62 vs. 0,63 NS	
10 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	100,96 vs. 104,33 NS	135,75 vs. 135,13 NS	18,95 vs. 19,10 NS	88,14 vs. 88,47 NS	0,62 vs. 0,61 NS	
11 metribuzin vs. isoxaflutole	110,64 vs. 104,33 NS	134,25 vs. 135,13 NS	18,60 vs. 19,10 NS	87,85 vs. 88,47 NS	0,63 vs. 0,61 NS	

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

3.4. Conclusões

Na condição de pós-emergência inicial:

- Os herbicidas isoxaflutole, diuron + hexazinone, metribuzin e azafenidin + hexazinone causaram sintomas visuais de intoxicação em uma ordem decrescente de toxicidade, com total recuperação aos 60 dias após tratamento.
- Os herbicidas não afetaram a altura (cm) e diâmetro (cm) dos colmos, exceto, isoxaflutole e diuron + hexazinone que reduziram o estande (colmos m^{-1}) aos 180 dias após tratamento.
- Nenhum herbicida afetou a clorofila (UR), altura (cm) e diâmetro (cm) dos colmos, % de brix, pureza, AR%caldo e fibra %cana e açúcar total recuperável kg t (cana⁻¹).
- A mistura pronta de azafenidin + hexazinone e diuron + hexazinone causaram leve redução no índice de fluorescência até aos 60 dias após tratamento.
- O herbicida isoxaflutole reduziu a produção (t.ha⁻¹) da cana-de-açúcar.

Na condição de pós-emergência tardia:

- Deve-se evitar aplicações com azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, diuron + hexazinone e metribuzin em condições de pós-emergência tardia porque os prejuízos à cultura são maiores que em condições de pós-emergência inicial.
- Azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, diuron + hexazinone e metribuzin causaram os sintomas de intoxicação em uma ordem decrescente de toxicidade, com total recuperação aos 60 dias após tratamento.
- Azafenidin + hexazinone, diuron + hexazinone e isoxaflutole prejudicaram a altura (cm) e estande (colmos. m^{-1})
- Isoxaflutole, metribuzin e a mistura pronta de diuron + hexazinone prejudicaram a clorofila até aos 30 dias após tratamento, enquanto que azafenidin + hexazinone e diuron + hexazinone prejudicaram a fluorescência até aos 45 dias após tratamento.

- Diuron + hexazinone prejudicou as características tecnológicas (%) e açúcar total recuperável kg t (cana⁻¹) e todos os herbicidas reduziram a produção (t ha⁻¹).

3.5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Sistema de informação sobre agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 04 out. 2003.

AZZI, G. M.; FERNANDES, J. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.72, n.3, p.9-19, 1968.

BLANCO, H. G.; BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, D. A. Competição entre plantas daninhas e a cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). IV. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato em cultura de ano e meio. **O Biológico**, São Paulo, v.50, n.10, p.237-245, 1984.

CARDOSO, L. R.; MARTINS, D.; VELINI, E. D.; TERRA, M. A. Seletividade de isoxaflutole e de sua mistura com ametryne em variedades de cana-de-açúcar (cana-soca). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBPCPD, 2002. p.512.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CECHIN, I. Uso de sistemas portáteis de fluorescência na avaliação do estresse. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 20, 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1996. p.1-28.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; ZAMBON, S.; BIAZOTTO, I. L. Avaliação do herbicida isoxaflutole aplicado isolado ou em mistura de tanque no controle pré-emergente de plantas daninhas em soqueira de cana-de-açúcar. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p.255.

CLEMENT, A. A.; LAMMEL, J. S.; BARBOSA, J. C. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com hexazinone e suas misturas com diuron, em pré-emergência. **Planta Daninha**, Campinas, v.2, p.85-88, 1979.

COLETI, J. T.; RODRIGUES, J. C. S.; GIACOMINI, G. M. Influência da época de controle da matoinfestação na produtividade da cana-de-açúcar, ciclo de 18 meses. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, v.4, n.18, p. 26-36, 1984.

COSTA, E. A. D. da; ROZANSKI, A. Eficácia da aplicação seqüencial de isoxaflutole associado com ametryn ou diuron no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Boletim Informativo da SBCPD: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, Londrina, v.9, n.1, p.14-20, 2003.

CRUZ, L. S. P.; GURGELL, M. N. do A. Efeito de hexazinone e diuron, e suas misturas, no controle de capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*) em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Planta Daninha**, Campinas, v.1, p.15-20, 1983.

DURIGAN, J. C.; PRETTO, D. R.; LEITE, G. J. Seletividade de isoxaflutole isolado e em mistura de tanque aplicado na cultura da cana-de-açúcar CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997p.257.

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

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. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.323-330, 2001.

MELLO FILHO, A. de T.; PIO, L. C.; LAVORENTI, A.; SILVA, S. A. da. Estudo comparativo de herbicidas de pós-emergência para o controle de plantas daninhas na cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.5, n.1, p.32-36, 1986.

MILLER, D. K.; RICHARD JR, E. P.; GRIFFIN, J. L. Sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids) response to simulated fallow field residues of metribuzin and sulfometuron. **Weed Technology**, Champaign, v.12, p.454-457, 1998.

MILLHOLLON, R. W. Preemergence control of ichgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*) in sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids) with pendimethalin and prodiamine. **Weed Science**, Champaign, v.41, p.621-626, 1993.

NEGRISOLI, E. **Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência e associados a nematicidas, à cultura da cana-de-açúcar, cultivar RB855113**. 2002. 48f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PASTRE, W.; ROLIM, J.C. Tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao Êvolus – cana planta de 12 meses, em solos arenoso e argiloso. CONGRESSO

BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002a, Gramado.
Resumos... Gramado: SBPCPD, 2002a. p.490.

PASTRE, W.; ROLIM, J.C. Tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao Êvolus – cana planta de 18 meses em solos arenoso e argiloso. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002b, Gramado.
Resumos... Gramado: SBPCPD, 2002b. p.491.

RICHARD JR, E. P. Response do sugarcane (*Saccharum* sp.) cultivars to preemergence herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v.3, p.358-363, 1989.

RICHARD JR, E. P. Preemergence herbicide effects on bermudagrass (*Cynodon dactylon*) interference in sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids). **Weed Technology**, Champaign, v.7, p.578-584, 1993.

RICHARD JR, E. P. Sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids) tolerance to clomazone. **Weed Technology**, Champaign, v.10, p.90-94, 1996.

RICHARD JR, E. P. Control of perennial bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*) in sugarcane *Saccharum* spp. Hybrids). **Weed Technology**, Lawrence, v.12, p.128-133, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: s. n., 1998. p.228-232, 361-365, 389-395.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Departamento de Biotecnologia Vegetal. **Programa de cooperação técnica científica na área de melhoramento da cana-de-açúcar**: relatório de atividades. Araras, 1997. 91p.

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

CAPÍTULO 4 – SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM SOQUEIRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL E TARDIA NA ÉPOCA DA SECA

RESUMO – Este trabalho objetivou verificar a seletividade da mistura pronta de azafenidin + hexazinone comparativamente aos herbicidas isoxaflutole, metribuzin e diuron + hexazinone, aplicados em condição de pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar no final da época de estiagem, avaliada pelo delineamento em blocos casualizados com testemunhas pareadas. O experimento foi conduzido após a colheita com queima prévia do canavial, em soqueira de cana-de-açúcar (cv. RB835089) de quarto corte (safra 2002/2003), em Araras, SP. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, acrescido de uma testemunha capinada para cada tratamento químico, dentro de cada bloco (testemunha pareada). Os tratamentos foram constituídos pelos herbicidas: diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$), azafenidin + hexazinone ($192,5 + 247,5 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ L ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($127,5 \text{ g ha}^{-1}$) e testemunha capinada. Os herbicidas foram aplicados com equipamento costal pressurizado (CO_2), em área total, munido de barra com três bicos Teejet DG 110.02 VS, espaçados de 0,50cm, a uma pressão de 35 libras pol^{-2} em volume de calda de aproximadamente 240 L ha^{-1} . Concluiu-se que os herbicidas foram mais tóxicos na pós-emergência tardia que na inicial. Na pós-emergência inicial, nenhum herbicida prejudicou as características avaliadas, enquanto na pós-emergência tardia todos os herbicidas, exceto metribuzin, prejudicaram o índice de fluorescência (Fv/Fm) e a produção final.

Palavras chaves: toxicidade, testemunhas pareadas

4.1. Introdução

A época seca do ano para o Estado de São Paulo se concentra durante as estações do outono e inverno, principalmente entre os meses de maio a agosto. Nessa região, de acordo com o levantamento realizado em BRASIL (1960), pode-se observar que a maioria das áreas utilizadas atualmente com o cultivo da cana-de-açúcar, encontram-se sob condições climáticas do tipo Aw e Cwa de Köppen. Segundo a EMBRAPA (1991) o clima Aw e Cwa possuem o inverno seco e o verão chuvoso, com temperaturas superiores e inferiores a 18°C, respectivamente, para o mês mais frio.

Entretanto, no período do outono e inverno, a menor ocorrência de chuvas, a diminuição da temperatura e do comprimento do dia são condições, segundo CASAGRANDE (1991), essenciais para estimular o florescimento e amadurecimento da cana-de-açúcar. Assim, a partir de maio torna-se importante dar-se início à safra da cana-de-açúcar, que estende-se até outubro ou novembro.

No início da safra, entre os meses de maio e julho, os produtores, geralmente, não se preocupam com o controle das plantas daninhas nas soqueiras, por acreditarem que temperaturas baixas e menor ocorrência de chuvas não promovam a germinação e desenvolvimento da comunidade infestante. Segundo CARMONA (1992), nas regiões do cerrado brasileiro, durante a época da seca, a umidade do solo é menor e propicia redução da emergência das plantas daninhas, enquanto que na época das chuvas a maior umidade promove a emergência e desenvolvimento das plantas daninhas.

Por outro lado, as soqueiras cuja cana-de-açúcar é colhida a partir de agosto podem ter seu desenvolvimento influenciado pelas plantas daninhas no final de setembro ou início de outubro, devido ao início da estação chuvosa, caso essas não sejam controladas. Nesse período, de agosto até o início da estação chuvosa, a brotação da soqueira ainda é mais lenta porque a umidade no solo nem sempre é suficiente para promover o rápido desenvolvimento dos brotos da cana-de-açúcar.

Entretanto, para esse período do ano, se os produtores de cana-de-açúcar optarem pelo controle químico, devem utilizar herbicidas que interfiram o mínimo possível sobre o desenvolvimento das soqueiras e garantam o controle das plantas daninhas no momento propício. Todavia, se os herbicidas forem aplicados na fase de pré-emergência ou pós-emergência inicial da cultura, poderão interferir ainda mais na brotação da soqueira. Por outro lado, se o produtor esperar até o final de setembro ou início de outubro para aplicar os herbicidas, também poderá prejudicar a brotação e desenvolvimento da soqueira, devido à aplicação dos herbicidas ser realizada em pós-emergência tardia da cultura.

Nesse caso, RODRIGUES & ALMEIDA (1998) apresentam uma ampla variedade de herbicidas registrados para uso comercial na cultura, aumentando as opções de escolha para os produtores de cana-de-açúcar. Na escolha do herbicida, o produtor deve considerar principalmente a seletividade à cultura, além do tipo de solo, porte das plantas da cultura e plantas daninhas, espécies daninhas existentes na área e condições climáticas.

Entre os herbicidas registrados para uso comercial, o produtor possivelmente poderá encontrar moléculas mais recentes, como a mistura pronta de azafenidin + hexazinone (Êvolus). Essa mistura pronta está em fase final de teste, portanto, ainda não é muito usual entre os produtores de cana-de-açúcar. Entretanto, essa mistura deve ser melhor estudada porque seus sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar ainda não são totalmente conhecidos, tanto entre produtores quanto pesquisadores.

Na pré-emergência da cana-de-açúcar encontramos os poucos trabalhos realizados com esse novo herbicida, dentre os quais destacamos o de NEGRISOLI (2002) que observou que azafenidin + hexazinone ($0,16 + 0,20 \text{ kg ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ kg ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($0,053 \text{ kg ha}^{-1}$) não causaram prejuízos ao crescimento, produtividade e características tecnológicas da cultura. PASTRE & ROLIM (2002a) que constataram a seletividade de azafenidin + hexazinone ($350 + 450 \text{ kg ha}^{-1}$) para 10 cultivares de cana-planta de ciclo de 12 meses em solo arenoso e argiloso, quando o herbicida não prejudicou o número de perfilhos e altura das plantas. PASTRE & ROLIM (2002b) testaram novamente

azafenidin + hexazinone (350 + 450 kg ha⁻¹), em cana-planta de ciclo de 18 meses e observaram mais uma vez a seletividade do herbicida que não prejudicou o número de perfilhos, altura e área foliar da cultura.

Por sua vez, o isoxaflutole (Provence) é um herbicida que, embora tenha menor tempo de uso no mercado, atualmente é muito usado entre os produtores de cana-de-açúcar. Segundo LOVELL et al. (2000), o isoxaflutole possui um comportamento não usual porque torna-se reativo somente na presença das chuvas ou irrigações, controlando as plantas daninhas que emergem. Nesse sentido, RODRIGUES & ALMEIDA (1998) comentaram que o isoxaflutole pode ser aplicado em períodos secos do ano desde que se utilizem doses maiores, pois o produto possui estabilidade na ausência de umidade e pode aguardar até 60 dias o período das chuvas.

Esse herbicida, geralmente, causa toxicidade na cana-de-açúcar nos primeiros meses após a aplicação. Os sintomas mais comuns observados para esse produto podem ser desde uma coloração branca intensa (PALLET et al., 1998 e RODRIGUES & ALMEIDA, 1998) a queimaduras nas pontas das folhas.

Na pré-emergência da cana-de-açúcar, COSTA & ROZANSKI (2003) observaram que isoxaflutole (67,5 g ha⁻¹) e o herbicida padrão diuron + hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹) causaram sintomas de intoxicação de 14% até aos 60 DAT (dias após tratamento) e menores produções em relação à testemunha capinada. CHRISTOFFOLETI et al. (1997) também obtiveram resultados semelhantes ao constatarem que isoxaflutole (93,7 e 112,5 g ha⁻¹) e diuron + hexazinone (330 + 1170 g ha⁻¹) apresentaram sintomas de intoxicação leves até 29 DAT, com total recuperação. Em pós-emergência da cana-de-açúcar, DURIGAN et al. (1997) comentaram que isoxaflutole (112,5 g ha⁻¹) ou em mistura com ametryn (3000 g ha⁻¹) ou diuron (1500 g ha⁻¹) causou clorose, queimadura nos ponteiros das folhas e redução na altura até aos 63 DAT.

O metribuzin (Sencor) também é uma outra molécula herbicida que pode ser usada para cana-de-açúcar, sendo, geralmente, de menor toxicidade quando comparada com azafenidin + hexazinone e isoxaflutole.

Nesse sentido, considerando aplicações em pré-emergência, RICHARD JR (1989) comentou que o metribuzin ($2,7 \text{ kg ha}^{-1}$) foi menos tóxico que hexazinone ($1,6 \text{ kg ha}^{-1}$) e terbacil ($1,6 \text{ kg ha}^{-1}$), quando aplicado em diferentes cultivares de cana-de-açúcar, proporcionando maior produção e rendimento de açúcar. Segundo as observações de MILLHOLLON (1993) constatou-se que metribuzin ($1,1$ e $3,0 \text{ kg ha}^{-1}$) em mistura com pendimethalin (0 ; $1,5$ e $3,0 \text{ kg ha}^{-1}$) ou apenas metribuzin ($2,7$ e $2,2 \text{ kg ha}^{-1}$) controlou mais de 70% da infestação de *Sorghum halepense* e *Rottboellia cochinchinensis* sem causar sintomas de intoxicação e prejuízos à cultura. RICHARD JR (1993) também constatou que entre as aplicações de metribuzin ($2,7 \text{ kg ha}^{-1}$), terbacil ($2,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e fenac ($3,4 \text{ kg ha}^{-1}$) durante três anos, metribuzin e terbacil controlaram a infestação de *Cynodon dactylon* e proporcionaram as melhores produções. MILLER et al. (1998) também não verificaram prejuízos para estande, altura e rendimento de açúcar quando aplicaram metribuzin (105 , 210 , 420 , 840 e 1680 g ha^{-1}) no sulco de plantio ou metribuzin no sulco de plantio (1680 g ha^{-1}) + metribuzin (2020 g ha^{-1}) na superfície do solo.

Em pós-emergência da cana-de-açúcar, metribuzin foi estudado por RICHARD JR (1996), que constataram que metribuzin ($2,6 \text{ kg ha}^{-1}$) apresentou menores injúrias, maior estande, produção e maior rendimento de açúcar, quando comparado com clomazone ($1,1$ e $2,2 \text{ kg ha}^{-1}$) e terbacil ($1,8 \text{ kg ha}^{-1}$). RICHARD JR (1998) também verificou que metribuzin ($2280 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) aplicado na primavera, após sulfometuron (30 , 60 , 110 e 150 g ha^{-1}) no outono, causaram menores sintomas de intoxicação e nenhum prejuízo à altura e produção da cana-de-açúcar.

No mercado também existem herbicidas de maior tempo de uso entre os produtores, como a mistura pronta de diuron + hexazinone (Velpar K). Os efeitos dessa mistura pronta sobre as plantas de cana-de-açúcar são mais conhecidos entre os pesquisadores, que, geralmente, adotam-na como herbicida padrão nos experimentos com herbicidas.

Nesse sentido, CLEMENT et al. (1979) constataram que diuron + hexazinone ($339 + 964$; $428 + 1296$ e $719 + 2048 \text{ g ha}^{-1}$), em pré-emergência da

cana-de-açúcar, não prejudicou a produção e características tecnológicas (fibra, pol, brix e pureza) da cana-de-açúcar. Na pós-emergência da cana-de-açúcar, VICTORIA FILHO & CAMARGO (1980) também constataram resultados semelhantes ao verificarem que diuron + hexazinone (0,80 + 0,45 kg ha⁻¹) comparados com outros herbicidas também não prejudicaram a produção e as mesmas características tecnológicas.

Para MELLO FILHO et al. (1986) a mistura pronta de diuron + hexazinone, em pós-emergência da cana-de-açúcar, não causou injúrias severas, mesmo quando aplicadas em solo arenoso (1,2 kg ha⁻¹), médio (1,5 kg ha⁻¹) e argiloso (1,8 kg ha⁻¹). Entretanto, diuron + hexazinone (0,30 + 0,88; 0,35 + 1,20 e 0,45 + 1,36 kg ha⁻¹) quando comparado com metribuzin (1,05 kg ha⁻¹) foi tóxico até aos 50 DAT e metribuzin não foi tóxico, mas, ambos herbicidas não prejudicaram a produção e características da análise tecnológica (CRUZ & GURGELL, 1983).

Esses herbicidas podem ser aplicados em pré ou pós-emergência da cana-de-açúcar, entretanto, torna-se importante estudar seus comportamentos sobre o desenvolvimento da cana de açúcar quando aplicados no final do período de estiagem. Nesse caso, a seletividade do herbicida torna-se ainda mais importante, porque os sintomas de intoxicação podem ser mais severos.

Assim, considerando o período de menores temperaturas e ocorrências de chuvas, o desenvolvimento lento das soqueiras de cana-de-açúcar e das plantas daninhas e os herbicidas descritos, esta pesquisa objetivou verificar a seletividade da mistura pronta de azafenidin + hexazinone comparativamente aos herbicidas isoxaflutole, metribuzin e diuron + hexazinone, aplicados em condição de pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar no final da época de estiagem, avaliada pelo delineamento em blocos casualizados com testemunhas pareadas.

4.2. Material e Métodos

4.2.1. Local e datas

Foram instalados dois experimentos, sendo um em condições de pós-emergência inicial e outro em condição de pós-emergência tardia das plantas de

cana-de-açúcar no ano agrícola de 2002/2003, em área pertencente ao Sítio Retiro, município de Araras, Estado de São Paulo.

A área comercial de cana-de-açúcar foi colhida após a queima prévia do canavial no dia 06/08/2002, sendo que o experimento em condição de pós-emergência inicial teve os herbicidas aplicados no dia 26/08/2002 (20 dias após a colheita) e o experimento em condição de pós-emergência tardia no dia 17/09/2002 (42 dias após a colheita). Os experimento em pós-emergência inicial e tardia foram instalados no período de menor ocorrências de chuvas (Tabela 1), quando as plantas de cana-de-açúcar apresentaram altura média de 9,58 e 14,95 cm, respectivamente.

Tabela 1. Total de precipitações (mm) e temperaturas médias mensais (°C) ocorridas nas últimas décadas e durante a condução do experimento (2002/2003). Araras, 2003.

Ano	Meses	Precipitações (mm)		Temperatura (°C)	
		Média *	Experimento**	Média*	Experimento**
2002	Janeiro	274,6	317,4	24,4	23,2
	Fevereiro	203,9	284,0	24,7	23,2
	Março	161,7	166,0	24,1	24,6
	Abril	69,3	6,0	21,5	23,0
	Maio	72,1	72,0	19,0	20,1
	Junho	43,4	0,0	17,6	20,2
	Julho	34,7	15,0	17,5	19,0
	Agosto ^{1/}	33,5	110,2 (18,0) ^{3/}	19,5	21,5
	Setembro ^{2/}	75,2	39,6	20,5	19,9
	Outubro	123,0	73,0	22,1	25,6
	Novembro	158,1	186,6	22,9	23,9
	Dezembro	212,6	199,0	23,2	24,6
2003	Janeiro	274,6	297,0	24,4	24,1
	Fevereiro	203,9	111,4	24,7	25,2
	Março	161,7	59,4	24,1	23,5
	Abril	69,3	31,0	21,5	21,6
	Maio	72,1	45,2	19,0	18,3
	Junho	43,4	7,8	17,6	19,4
	Julho	34,7	0,0	17,5	19,3
	Agosto	33,5	15,6	19,5	18,1

Fonte: CCA/UFSCar/Araras; * medias históricas no período de 01/01/1972 a 31/05/2003; ** dados mensais de precipitações e médias de temperaturas no período de jan/2002 a maio/2003; ^{1/} aplicação dos herbicidas em pós-emergência inicial; ^{2/} aplicação dos herbicidas em pós-emergência tardia; ^{3/} quantidade de chuva após a última colheita (06/08/2002).

4.2.2. Características do solo

O solo dos experimentos possui textura muito argilosa (61% argila, 24% de areia, 15% de silte e 21 g dm⁻³ de matéria orgânica) e foi devidamente corrigido e adubado para atender às necessidades nutricionais da cultura da cana-de-açúcar, de acordo com a análise química do solo. As amostras para a análise química foram coletadas na profundidade de 0–20 cm e realizadas pelo CCA/UFSCar, estando seus resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado das análises químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 – 20 cm, no Sítio Retiro, Araras, 2003.

Características analisadas	Valores
Acidez (pH em CaCl ²)	5,1
Matéria orgânica (g/dm ³)	21
Fósforo (mg dm ³)	11
Potássio (mmol _c /dm ³)	1,3
Cálcio (mmol _c /dm ³)	23
Magnésio (mmol _c /dm ³)	10
Hidrogênio + alumínio (mmol _c /dm ³)	31
Soma de bases (mmol _c /dm ³)	34,3
Capacidade de troca de cátions (CTC ou T em mmol _c /dm ³)	65,3
Saturação de bases (V%)	53

Análise realizada no CCA/UFSCar/Araras.

4.2.3. Cultivar

A cultivar RB835089, segundo a UFSCar (1997), é recomendada para plantio tardio com ciclo de 18 meses, tendo potencial para produtividade tanto na cana-planta como nas soqueiras. A colheita dessa cultivar é recomendada entre os meses de agosto a novembro e apresenta médio teor de sacarose e fibra. Quanto à exigência de fertilidade do solo, a cultivar não é exigente, desenvolvendo-se bem em qualquer textura de solo. A cultivar apresenta fechamento regular das entre linhas, formação de touceiras ralas com rápido crescimento, colmos eretos com pouca palha, diâmetro médio dos colmos, difícil

tombamento, folhas com largura e comprimento médios, sendo eretas e dispostas de forma contorcida.

4.2.4. Delineamento experimental e estatístico

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições, acrescido de uma testemunha capinada para cada tratamento químico, dentro de cada bloco. O esquema da análise de variância encontra-se na Tabela 3 e os tratamentos foram constituídos pelos herbicidas: diuron + hexazinone ($1170 + 330 \text{ g ha}^{-1}$), azafenidin + hexazinone ($192,5 + 247,5 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin ($1,92 \text{ L ha}^{-1}$) e isoxaflutole ($127,5 \text{ g ha}^{-1}$) e testemunha capinada. As parcelas foram constituídas de 5 linhas de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento, espaçadas de 1,30 m, sendo consideradas úteis as 3 linhas centrais (39 m^2).

A análise de variância pelo teste F, de acordo com o delineamento, foi utilizada para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis analisadas e, posteriormente, para comparação das médias dos tratamentos utilizou-se o teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Esquema para análise de variância das variáveis avaliadas após aplicação dos herbicidas em condição de pós-emergência inicial e tardia. Araras, 2003.

Causas de variação	G.L.
Blocos	3
Tratamentos	4
Resíduo	24
Total	31

4.2.5. Herbicidas utilizados

Os herbicidas utilizados foram diuron +hexazinone (1170 + 330 g ha⁻¹), azafenidin + hexazinone (192,5 + 247,5 g ha⁻¹), metribuzin (1,92 L ha⁻¹) e isoxaflutole (127,5 g ha⁻¹) e testemunha capinada. Esses herbicidas possuem os nomes comuns de: Velpar K (diuron+hexazinone), Évolus (azafenidin + hexazinone), Sencor (metribuzin) e Provence (isoxaflutole). Após a aplicação dos herbicidas todas as parcelas foram mantidas capinadas, para verificar apenas o efeito da seletividade dos herbicidas sobre as plantas da cana-de-açúcar.

4.2.6. Tecnologia de aplicação

A aplicação dos produtos foi feita em condição de pós-emergência inicial e tardia das plantas de cana-de-açúcar. As aplicações dos herbicidas foram realizadas quando as plantas apresentaram altura média de 9,58 e 14,95 cm, para o experimento em condição de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente.

Em pós-emergência inicial, a aplicação dos produtos foi realizada das 8:30 às 9:20 horas, em dia ensolarado, ausência de nuvens, solo superficialmente seco, temperatura do ar acima de 15°C, ventos com rajadas entre 3 - 4 km h⁻¹. No experimento em pós-emergência tardia, a aplicação dos produtos foi realizada das 8:20 às 9:10 horas, em dia ensolarado, ausência de nuvens, solo seco, temperatura do ar acima de 15°C, ventos com rajadas entre 7 - 8 km h⁻¹.

Em todos os experimentos, utilizou-se equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com três bicos Teejet DG ("Drift Guardian") 110.02 VS, espaçados de 0,50 cm, a uma pressão de 35 libras pol² em volume de calda de aproximadamente 240 L ha⁻¹.

4.2.7. Variáveis avaliadas

Para os experimentos em condição de pós-emergência inicial e tardia, avaliou-se nas plantas de cana-de-açúcar nas três linhas centrais:

a) Sintomas de intoxicação (%) aos 15, 30 e 45 DAT (dias após tratamento), atribuindo, visualmente, notas percentuais de acordo com os sintomas de intoxicação na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar. Na escala percentual utilizada, a variação ocorre de 0 a 100, sendo que 0% representa ausência de sintomas de intoxicação e 100% morte das plantas;

b) Altura (cm) aos 30, 45 e 60 dias após tratamento (DAT), medindo-se a distância do solo até a lígula da primeira folha aberta de dez colmos escolhidos ao acaso;

c) Diâmetro dos colmos (cm) aos 180 dias após, mediu-se com auxílio de um paquímetro o terço médio de 10 colmos escolhidos ao acaso;

d) Estande (colmos m^{-1}) aos 180 DAT, contando-se todos os colmos das três linhas centrais;

e) Clorofila total das folhas (expresso em Unidades relativas – UR) aos 30, 45 e 60 DAT, através do clorofilômetro de campo Modelo Spad 502 Minolta, no terço médio da folha +3 de 06 plantas escolhidas ao acaso;

f) Índice de fluorescência (F_v/F_m) aos 30, 45 e 60 DAT, através de fluorômetro portátil (PEA – “Plant Efficiency Analyser”, Hansatech), no terço médio da folha +3 de 06 plantas escolhidas ao acaso. Segundo CECHIN (1996), a razão entre a fluorescência variável máxima (F_v)/ fluorescência total máxima (F_m) é de 0,8 (80%) para a maioria das espécies, sendo que a diminuição de seu valor indica que algum fator ambiental pode estar interferindo na eficiência do fotossistema II;

g) Análise tecnológica (brix%caldo, fibra%cana, pureza%caldo, açúcares redutores%caldo (AR) e açúcar total recuperado%caldo (ATR) em kg ($t\ cana^{-1}$): determinada pelo laboratório da Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba (AFOCAPI), segundo o sistema de teor de pagamento em vigor atualmente. As amostras retiradas de cada parcela foram com postas pela coleta

de dez colmos despontados ao acaso na linha central, logo após a queima do canavial;

h) Produção de colmos ($t\ ha^{-1}$): a colheita foi realizada em 19/08/2002, quando os experimentos apresentavam-se com 358 e 336 DAT, para a condição de pós-emergência inicial e tardia, respectivamente. Para ambos os experimentos pesou-se todos os colmos cortados nas três linhas centrais de cada parcela, com auxílio de um dinamômetro.

4.3. Resultados e discussão

4.3.1. Condições climáticas

Os dados de precipitações e temperaturas prevalentes desde os meses da instalação dos experimentos (agosto e setembro) até a colheita encontram-se na Tabela 1. Observa-se que os experimentos em pós-emergência inicial e tardia foram instalados no final do inverno, quando a ocorrência de chuvas é menor e as temperaturas ainda são mais amenas.

O experimento em pós-emergência inicial não foi influenciado pelos 110, 2 mm de chuvas registrados para agosto de 2002 (Tabela 1). Neste mês, a maioria das chuvas (92,2 mm) ocorreu entre os dias 01 a 05/08/2002, enquanto não tinha sido colhida a área comercial. No dia 06/08/2002 foi realizada a colheita da área comercial e a instalação do primeiro experimento somente ocorreu no dia 26/08/2002. Entretanto, ao considerarmos a data da colheita comercial, podemos verificar que apenas 18,0 mm de chuvas, ocorridos no dia 31/08/2002, influenciaram a brotação da soqueira.

Por sua vez, o experimento em pós-emergência tardia, instalado no dia 17/09/2002, também não foi beneficiado pelas chuvas. Nesse período, para os meses de setembro e outubro foram registradas médias mensais de precipitação inferiores àquelas dos últimos dez anos (Tabela 1). Nesse período foram registrados 39,6 mm de chuvas para setembro e 73,0 mm para outubro. Essas

quantidades de chuvas estão abaixo da média mensal dos últimos dez anos, indicando que o experimento foi instalado entre os meses mais secos do ano.

Entretanto, associando os valores de precipitação e temperatura registrados para os meses de instalação dos experimentos pode-se constatar que as plantas de cana-de-açúcar não tiveram condições muito satisfatórias para o desenvolvimento. Segundo CASAGRANDE (1991), as plantas de cana-de-açúcar apenas desenvolvem-se melhor em condições de umidade e temperatura mais elevadas.

Nessa época, as plantas daninhas também não tiveram condições satisfatórias para o desenvolvimento, pois de acordo com AZZI & FERNANDES (1968) a maior emergência das plantas daninhas ocorre em condições de alta temperatura e umidade no solo.

4.3.2. Época de aplicação dos herbicidas

As instalações dos experimentos em pós-emergência inicial e tardia nos meses de agosto (26/08/2002) e setembro (17/09/2002) foram em função das condições climáticas observadas na Tabela 1. Esse período, de acordo com a média de precipitações das últimas décadas, é o final da estação seca do ano. Nessa época, as plantas de cana-de-açúcar e plantas daninhas se desenvolvem menos e os produtores aplicam os herbicidas preventivamente. Nessas condições, torna-se interessante verificar a seletividade dos herbicidas aplicados sobre a soqueira de cana-de-açúcar, que possivelmente apresenta-se com menor intensidade metabólica.

4.3.3. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência inicial

Observando-se a Figura 1, verifica-se que todos os herbicidas foram tóxicos à cana-de-açúcar até aos 45 DAT. Entretanto, a partir dessa data não foi possível avaliar visualmente os sintomas de intoxicação na cultura, devido ao secamento

dos ponteiros em algumas plantas de cana-de-açúcar. Esse prejuízo, segundo GALLO et al. (1988), é conhecido como “coração morto” e pode ser causado pela infestação de lagartas da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) ou lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*).

Nessa época, as plantas de cana-de-açúcar apresentavam altura média de 22 cm e as lagartas causaram a morte dos ponteiros em algumas plantas, dificultando a identificação dos sintomas de intoxicação. O ataque das lagartas não causou prejuízos mais severos, sendo que os sintomas desapareceram em pouco tempo, talvez, em função do aumento de ocorrências das chuvas e o conseqüente afogamento das lagartas no cartucho da planta.

Observando a Figura 1, constata-se que os herbicidas isoxaflutole e metribuzin foram os mais tóxicos à cana-de-açúcar até aos 15 DAT. Já, aos 30 e 45 DAT apresentaram-se como os menos tóxicos à cultura. O isoxaflutole, que inicialmente comportou-se como o mais tóxico, apresentou sintomas de intoxicação com 20, 2,5 e 2,5% de injúrias e metribuzin com 17,5; 2,5 e 2,5% aos 15, 30 e 45 DAT, respectivamente.

Por sua vez, a mistura pronta de azafenidin + hexazinone foi a terceira mais tóxica à cana-de-açúcar aos 15 DAT, sendo que aos 30 e 45 DAT comportou-se como a mais tóxica. Nesse período, a mistura de azafenidin + hexazinone apresentou sintomas de intoxicação de 15; 12,5 e 7,5% aos 15, 30 e 45 DAT, respectivamente. Também nesse período, a mistura pronta de diuron + hexazinone (padrão) apresentou uma ordem decrescente de toxicidade, com 12,5; 7,5 e 5,0% de injúrias na parte aérea das plantas aos 15, 30 e 45 DAT, respectivamente.

Esses sintomas de intoxicação causados por todos os herbicidas possivelmente estão relacionados com a menor pluviosidade registrada desde o momento da aplicação dos herbicidas, sendo que a partir desse período até aos 45 DAT (11/10/2002) foram registrados apenas 57,6 mm de chuva (Tabela 1).

Nessas condições de estiagem, os herbicidas podem ficar mais concentrados na camada superficial do solo, principalmente o isoxaflutole e o diuron + hexazinone, que segundo RODRIGUES & ALMEIDA (1998) possuem a

característica de se adsorverem mais às partículas do solo. Nesse caso, a textura argilosa do solo da área experimental (61% argila) pode ter colaborado ainda mais com a possível adsorção e concentração desses herbicidas. Entretanto, o metribuzin, também segundo RODRIGUES & ALMEIDA (1998) e a mistura de azafenidin + hexazinone, de acordo com a ANVISA (2003), são mais móveis no solo e possivelmente tenham ficado concentrados na camada superficial, devido às poucas chuvas.

Por outro lado, nos períodos de menor ocorrência de chuvas, segundo CASAGRANDE (1991), a maior parte das raízes das soqueiras de cana-de-açúcar localizam-se em profundidade no perfil do solo. Assim, o contato entre herbicida e as raízes da cana-de-açúcar possivelmente foi menor, proporcionando sintomas de intoxicação menos intensos.

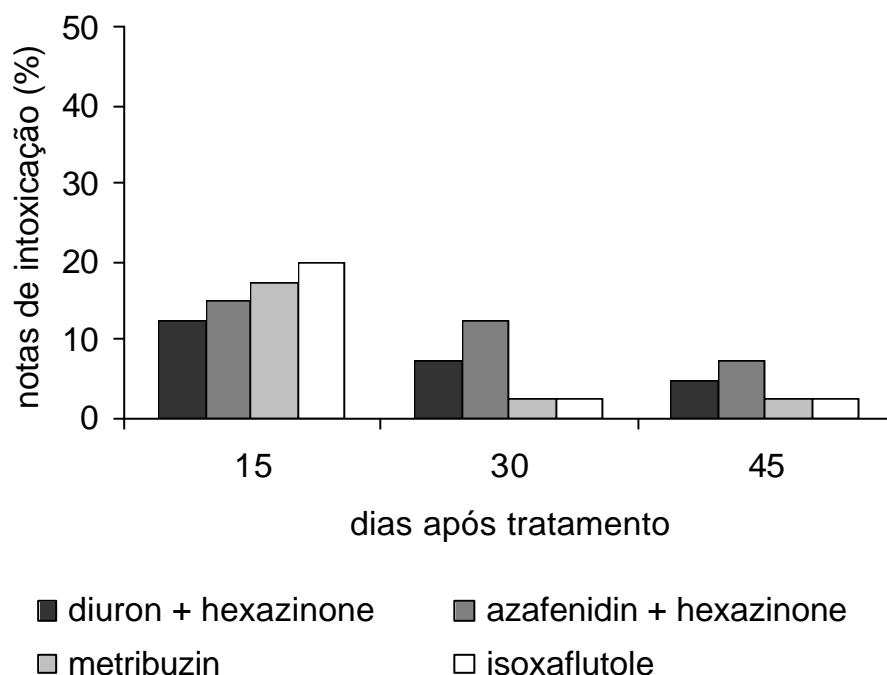


Figura 1. Sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar aos 15, 30 e 45 DAT com diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole, em condição de pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação da seca. Araras, 2003.

Além dos sintomas de intoxicação causados pelos herbicidas, procurou-se também avaliar o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar, medindo-se a altura (cm), diâmetro dos colmos (cm) e contando-se o estande (colmos m⁻¹). Para essas variáveis, constatou-se, pela Tabela 4, que os herbicidas não influenciaram o desenvolvimento da cana-de-açúcar, com exceção da altura aos 45 DAT, que apresentou-se totalmente recuperada aos 60 DAT.

Tabela 4. Análise de variância sobre altura, estande e diâmetro dos colmos da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Altura	30	1,10 NS	11,40
	45	2,81 *	8,33
	60	1,79 NS	6,53
Estande	90	0,87 NS	7,67
	180	0,79 NS	7,54
Diâmetro dos colmos	180	0,43 NS	3,82

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), * (significativo ao nível de 5% de probabilidade), NS (não significativo).

Entretanto, o efeito dos tratamentos ocorrido para a altura aos 45 DAT, observado pela Tabela 5, foi causado pela mistura pronta de diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone, que apresentaram médias menores que a testemunha (contrastes 2 e 4). Nesse caso, os resultados corroboram com aqueles observados pela Figura 1, onde os mesmos herbicidas causaram maiores sintomas de intoxicação às plantas de cana-de-açúcar aos 45 DAT. Nesse sentido, NEGRISOLI (2002) e PASTRE & ROLIM (2002a e 2002b) também verificaram que a mistura azafenidin + hexazinone não comprometeu a altura das plantas de cana-de-açúcar, a partir dos 45 DAT.

Tabela 5. Altura da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Contrastes		Altura (cm) 45 DAT
1	4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	95,04 vs. 87,39 **
2	Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	23,76 vs. 20,68 **
3	Test. vs. (metribuzin – H2)	23,76 vs. 22,48 NS
4	Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	23,76 vs. 21,45 *
5	Test. vs. (isoxaflutole – H4)	23,76 vs. 22,78 NS
6	(diuron+hexazinone) vs. metribuzin	20,68 vs. 22,48 NS
7	(diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	20,68 vs. 21,45 NS
8	(diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	20,68 vs. 22,78 NS
9	(azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	21,45 vs. 22,48 NS
10	(azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	21,45 vs. 22,78 NS
11	metribuzin vs. isoxaflutole	22,48 vs. 22,78 NS

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

As variáveis clorofila total e índice de fluorescência, avaliadas os 30, 45 e 60 DAT, as características tecnológicas (brix%caldo, pureza%caldo, AR%caldo, fibra%cana e ATR%caldo) e produção final, avaliadas por ocasião da colheita, não foram influenciadas pela aplicação dos herbicidas, demonstrando que a cultura recuperou-se totalmente dos sintomas de intoxicação apresentados até aos 45 DAT (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância sobre a fotossíntese (clorofila total e índice de fluorescência), qualidade da matéria-prima (brix, fibra, pureza e AR) e produtividade (produção e ART) influenciadas pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência inicial da soqueira (cultivar RB835089), na estação da seca (safra 2002/03), Araras, 2003.

Variáveis		Épocas (DAT)	F	CV(%)
Fotossíntese	Clorofila	30	0,85 NS	5,75
		45	0,71 NS	4,81
		60	0,20 NS	4,51
	Fluorescência	30	1,60 NS	2,08
		45	1,24 NS	0,71
		60	2,21 NS	2,20
Qualidade Matéria-prima	brix%caldo	358	1,23 NS	6,72
	fibra%cana	358	0,65 NS	4,67
	pureza%caldo	358	1,15 NS	1,85
	AR%caldo	358	1,10 NS	10,75
Produção	Produção	358	0,84 NS	10,11
	ATR	358	1,52 NS	7,05

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), UR (unidade relativa), AR (Açúcares redutores), ATR (Açúcar Teórico Recuperável) e NS (não significativo).

Assim, pode-se constatar que na aplicação em pós-emergência inicial, os herbicidas não causaram sintomas de intoxicação muito acentuados (Figura 1) e nem prejudicaram o desenvolvimento, qualidade da matéria-prima e produção final da cana-de-açúcar. Esse comportamento, possivelmente, podemos atribuir às menores ocorrências de chuvas nos primeiros meses de condução do experimento. A falta de umidade no solo, talvez, pode ter proporcionado a concentração dos herbicidas na camada mais superficial e o aprofundamento das raízes das plantas de cana-de-açúcar pelo perfil, resultando em menor absorção dos herbicidas pelas plantas e conseqüentemente menores prejuízos.

4.3.4. Seletividade dos herbicidas sobre as plantas de cana-de-açúcar em condição de pós-emergência tardia

No experimento em pós-emergência tardia, pode-se observar pela Figura 2 que, no período de 15 a 45 DAT, os sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar foram mais severos, quando comparados com o experimento em pós-emergência inicial (Figura 1). Nesse período, pode-se observar que a mistura de azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, diuron + hexazinone e metribuzin apresentaram uma ordem decrescente de toxicidade.

Esses maiores sintomas de intoxicação devem-se, possivelmente, ao maior desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar no momento da aplicação e a maior ocorrência de chuvas (Tabela 1), a partir da aplicação dos herbicidas em setembro. Na ocasião da aplicação dos herbicidas, a soqueira estava com 42 dias desde a última colheita, entretanto, esse período possivelmente tenha proporcionado um maior desenvolvimento das plantas (15 cm de altura) e também de suas raízes. Por outro lado, logo após a aplicação dos herbicidas no mês de setembro, a ocorrência de chuvas aumentou (Tabela 1) e provavelmente proporcionou a melhor distribuição dos herbicidas no solo. Entretanto, à medida em que os herbicidas foram sendo distribuídos no solo, devido à influência das

chuvas, as raízes da cana-de-açúcar, possivelmente, absorveram mais herbicidas, causando os sintomas de intoxicação mais acentuados.

Entre os herbicidas aplicados observa-se, pela Figura 2, que a mistura pronta de azafenidin + hexazinone foi a mais tóxica, apresentando 40,0; 27,5 e 15,0% de injúrias na parte aérea, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAT. Esses elevados sintomas de intoxicação podem estar relacionados com as chuvas ocorridas após sua aplicação, pois segundo a ANVISA (2003) esse herbicida é muito móvel no solo, podendo sofrer lixiviação até o lençol freático. Essa possível movimentação de azafenidin + hexazinone no solo pode ter possibilitado seu maior contato com as raízes da cana e conseqüentemente maior absorção e os sintomas de intoxicação mais severos.

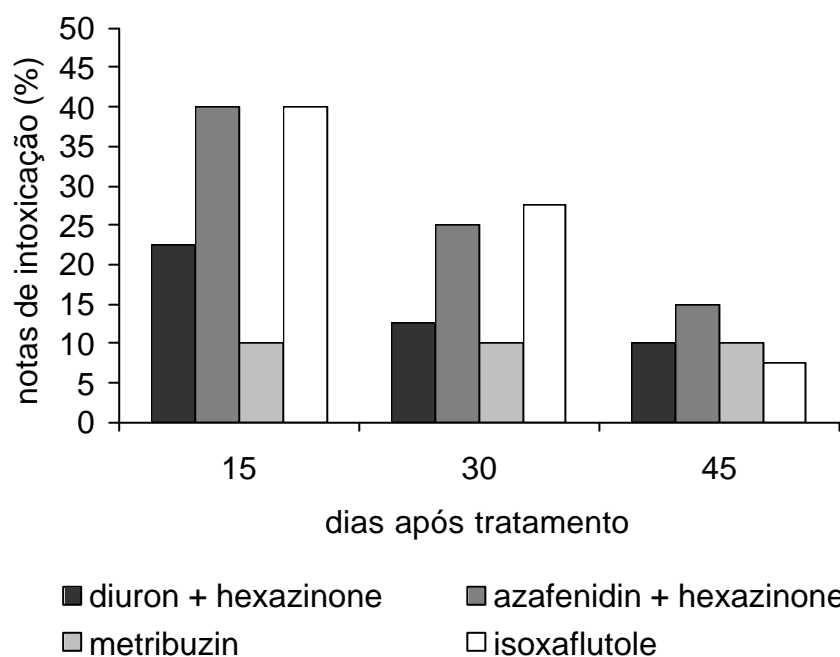


Figura 2. Sintomas de intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar aos 15, 30 e 45 DAT com diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone, metribuzin e isoxaflutole, em condição de pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), durante a estação da seca. Araras, 2003.

O segundo herbicida mais tóxico foi o isoxaflutole, causando sintomas de intoxicação de 40,0; 27,5 e 7,5%, respectivamente, aos 15, 30 e 45 DAT. Esses elevados sintomas de intoxicação provavelmente foram devido a sua forte adsorção pelas partículas do solo, conforme descrito em RODRIGUES & ALMEIDA (1998). Essa adsorção pode ter ocorrido possivelmente na mesma profundidade no solo em que encontravam-se as raízes da cana, ocorrendo sua maior absorção e, conseqüentemente, os sintomas de intoxicação mais severos. Entretanto, aos 45 DAT o isoxaflutole apresentou-se como o herbicida menos tóxico, indicando a rápida recuperação da cultura.

Quanto ao herbicida diuron + hexazinone (padrão), pode-se observar que os sintomas de intoxicação foram mais pronunciados que aqueles de metribuzin até aos 30 DAT, enquanto que aos 45 DAT ambos apresentaram 10% de injúrias na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar. Nesse caso, a mistura de diuron + hexazinone comportou-se como em CRUZ & GURGELL (1983), ao constatarem que diuron + hexazinone foi mais tóxico que metribuzin até aos 50 DAT. Entretanto, quanto ao comportamento de metribuzin, RICHARD JR (1996 e 1998) também verifica menores injúrias para cana-de-açúcar.

A partir dos 60 DAT, assim como no experimento em pós-emergência inicial, o secamento dos ponteiros ("coração morto") em algumas plantas, provavelmente causados pela infestação de lagartas da broca da cana (*Diatraea saccharalis*) ou lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), impossibilitou as avaliações de toxicidade dos herbicidas. Nesse caso, se estas avaliações tivessem sido realizadas, possivelmente, poderíamos ter verificado a diminuição dos sintomas de intoxicação ao longo do tempo. Na pós-emergência tardia pode-se constatar que os sintomas de intoxicação são mais duradouros, necessitando de um maior tempo para a cultura se recuperar dos efeitos dos herbicidas.

Além dos sintomas de intoxicação, avaliou-se também o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar, através da altura, estande e diâmetro dos colmos. Nesse caso, pode-se observar pela Tabela 7, que os herbicidas não interferiram nas variáveis avaliadas, exceto a altura aos 60 DAT.

Tabela 7. Análise de variância sobre altura, estande e diâmetro dos colmos da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Altura	30	1,53 NS	8,40
	45	1,81 NS	7,92
	60	4,35 **	3,91
Estande	90	0,87 NS	7,67
	180	0,79 NS	7,54
Diâmetro dos colmos	180	0,54 NS	4,23

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

A altura aos 60 DAT foi influenciada pelos herbicidas azafenidin + hexazinone e isoxaflutole (contrastos 4 e 5), conforme pode-se verificar pela Tabela 8. Nessa época, ao compararmos a média de altura entre os tratamentos herbicidas, podemos verificar que azafenidin + hexazinone e isoxaflutole apresentaram as menores alturas, diferindo-se de metribuzin (contrastos 9 e 11). Essas menores alturas para os tratamentos com azafenidin + hexazinone e isoxaflutole podem ser reflexos dos elevados sintomas de intoxicação observados até aos 30 DAT para os mesmos tratamentos (Figura 2).

Tabela 8. Altura da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Contrastes	Altura (cm) 60 DAT
1 4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	40,78 vs. 38,99 **
2 Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	40,78 vs. 39,32 NS
3 Test. vs. (metribuzin – H2)	40,78 vs. 40,50 NS
4 Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	40,78 vs. 38,20 **
5 Test. vs. (isoxaflutole – H4)	40,78 vs. 37,93 **
6 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	39,32 vs. 40,50 NS
7 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	39,32 vs. 38,20 NS
8 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	39,32 vs. 37,93 NS
9 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	38,20 vs. 40,50 *
10 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	38,20 vs. 37,93 NS
11 metribuzin vs. isoxaflutole	40,50 vs. 37,93 *

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

Quanto à fotossíntese, observa-se pela Tabela 9, que a clorofila total não foi influenciada pelos herbicidas, mas o índice de fluorescência foi prejudicado a partir dos 45 DAT. Esses resultados, possivelmente, demonstram que os herbicidas não prejudicaram a pigmentação das plantas e, por isso, a clorofila total não tenha sido afetada. Entretanto, os herbicidas, possivelmente, interferiram na absorção de luz no processo fotossintético, causando prejuízos ao índice de fluorescência a partir dos 45 DAT.

Tabela 9. Análise de variância sobre a clorofila total e índice de fluorescência das folhas da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Variáveis	Épocas (DAT)	F	CV(%)
Clorofila	30	3,00 NS	6,32
	45	1,91 NS	5,57
	60	2,06 NS	5,60
Fluorescência	30	0,48 NS	2,16
	45	5,72 **	2,20
	60	4,82 **	1,61

DAT (dias após tratamento), CV (coeficiente de variação), UR (unidade relativa), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Na Tabela 10, pode-se observar que o índice de fluorescência foi prejudicado pelos herbicidas diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone e isoxaflutole aos 45 e 60 DAT. Esses mesmos herbicidas também causaram sintomas de intoxicação elevados até aos 30 DAT (Figura 2) e, com exceção de diuron + hexazinone, menor altura aos 60 DAT (Tabela 8). Nesse contexto, CECHIN (1996) comentou que o índice de fluorescência (Fv/Fm) para a maioria das culturas é de 0,8 (80%) e considerando que a cana-de-açúcar apresentou valores entre 72-77% (Tabela 10), pode-se dizer que os efeitos dos tratamentos não foram muito prejudiciais.

Tabela 10. Desdobramento da análise de variância sobre o índice de fluorescência das folhas da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Contrastes	Fluorescência	
	45 DAT	60 DAT
1 4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	297,36 vs. 287,81 **	306,76 vs. 297,88 **
2 Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	74,34 vs. 72,19 *	76,69 vs. 74,37 **
3 Test. vs. (metribuzin – H2)	74,34 vs. 73,06 NS	76,69 vs. 73,63 NS
4 Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	74,34 vs. 72,06 *	76,69 vs. 75,00 *
5 Test. vs. (isoxaflutole – H4)	74,34 vs. 70,50 **	76,69 vs. 74,88 *
6 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	72,19 vs. 73,06 NS	74,37 vs. 73,63 *
7 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	72,19 vs. 72,06 NS	74,37 vs. 75,00 NS
8 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	72,18 vs. 70,50 NS	74,37 vs. 74,88 NS
9 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	72,06 vs. 73,06 NS	75,00 vs. 73,63 NS
10 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	72,06 vs. 70,50 NS	75,00 vs. 74,88 NS
11 metribuzin vs. isoxaflutole	73,06 vs. 70,50 *	73,63 vs.74,88 NS

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

Os valores obtidos na avaliação da qualidade da matéria-prima (brix%caldo, pureza%caldo, AR%caldo e fibra%cana) e posteriormente para produtividade (produção e ATR%caldo) encontram-se na Tabela 11, onde apenas verifica-se que a produção final foi influenciada pelo efeito dos tratamentos.

Tabela 11. Análise de variância sobre produção, análise tecnológica (brix%caldo, fibra%cana, pureza%caldo e açúcares redutores%caldo e açúcar total recuperado%caldo) da cana-de-açúcar aos 336 DAT influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Variáveis	F	CV(%)
Produtividade	Produção	5,02 **
	ATR	1,35 NS
Qualidade da matéria-prima	brix	1,44 NS
	fibra	1,02 NS
	pureza	1,34 NS
	AR	1,13 NS

(DAT (dias após tratamento), AR (Açúcares Redutores), ATR (Açúcar Total Recuperado), CV (Coeficiente de variação), ** (significativo ao nível de 1% de probabilidade), NS (não significativo).

Os tratamentos que influenciaram a produção final foram as misturas prontas de diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone, além do herbicida

isoxaflutole (contrastes 2, 4 e 5), conforme pode-se observar pela Tabela 12. As diferenças ocorridas entre esses tratamentos e a testemunha foram de 22,45; 17,25 e 18,99 t ha⁻¹, respectivamente, para os tratamentos de diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone e isoxaflutole.

Em relação à quantidade de açúcar, essas perdas correspondem, ao considerar a média para ATR de 158,16 kg (t cana⁻¹) para os tratamentos testemunhas, 3,55; 2,73 e 3,00 toneladas de açúcar para cada hectare, respectivamente, para os tratamentos com diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone e isoxaflutole.

Tabela 12. Produção da cana-de-açúcar influenciada pela aplicação de herbicidas, em pós-emergência tardia da soqueira (cultivar RB835089), na época da seca. Araras, 2003.

Contrastes	Produção (t ha ⁻¹) 336 DAT
1 4*Tes. vs. (H1 + H2 + H3 +H4)	609,28 vs. 541,69 **
2 Test. vs. (diuron+hexazinone - H1)	152,32 vs. 129,87 **
3 Test. vs. (metribuzin – H2)	152,32 vs. 143,43 NS
4 Test. vs. (azafenidin+hexazinone – H3)	152,32 vs. 135,06 *
5 Test. vs. (isoxaflutole – H4)	152,32 vs. 133,33 **
6 (diuron+hexazinone) vs. metribuzin	129,87 vs. 143,43 NS
7 (diuron+hexazinone) vs. (azafenidin+hexazinone)	129,87 vs. 135,06 NS
8 (diuron+hexazinone) vs. isoxaflutole	129,87 vs. 133,33 NS
9 (azafenidin+hexazinone) vs. metribuzin	135,06 vs. 143,43 *
10 (azafenidin+hexazinone) vs. isoxaflutole	135,06 vs. 133,33 NS
11 metribuzin vs. isoxaflutole	143,43 vs. 133,33 NS

DAT (dias após tratamento), * (significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), ** (significativo a 1% de probabilidade pelo teste t), NS (não significativo).

Esses resultados contrariam aqueles de VICTORIA FILHO & CAMARGO (1980) quando constataram que diuron + hexazinone não prejudicou a produção final, mas concordam quando os autores verificaram que essa mistura pronta não prejudicou as mesmas características tecnológicas. Essas contradições possivelmente devem ser devido às condições climáticas de cada experimento. Entretanto, o comportamento de metribuzin foi semelhante àqueles observados por RICHARD JR (1989, 1996 e 1998), ao verificar que a produção final não foi prejudicada.

Assim, para a aplicação dos herbicidas em pós-emergência tardia da cana pode-se observar sintomas de intoxicação acentuados (Figura 2) e prejuízos para altura aos 60 DAT, índice de fluorescência aos 45 e 60 DAT e produção final. Esse resultados, possivelmente, podem ser atribuídos ao maior tamanho das raízes no momento da aplicação dos herbicidas e ao aumento das ocorrências das chuvas, logo após a aplicação dos herbicidas, aumentando a absorção dos herbicidas e causando maiores prejuízos.

4.4. Conclusões

Na condição de pós-emergência inicial:

- Os herbicidas isoxaflutole, azafenidin + hexazinone e diuron + hexazinone apresentaram os sintomas visuais de intoxicação em uma ordem decrescente de toxicidade até aos 45 DAT.
- Todos os herbicidas foram seletivos para diâmetro dos colmos (cm), estande (colmos m^{-1}), clorofila total (UR), índice de fluorescência, características tecnológicas (%), açúcar teórico recuperável kg ($t\ cana^{-1}$) e produção final ($t\ ha^{-1}$).
- Apenas diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone prejudicaram a altura (cm) aos 45 dias após tratamento, entretanto, com total recuperação aos 60 dias após tratamento.

Na condição de pós-emergência tardia:

- Deve-se evitar aplicações com azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, diuron + hexazinone em condições de pós-emergência tardia, porque os prejuízos à cultura são maiores que em condições de pós-emergência inicial.
- Azafenidin + hexazinone, isoxaflutole, diuron + hexazinone apresentaram os sintomas de intoxicação em uma ordem decrescente de toxicidade até aos 45 dias após tratamento.
- Azafenidin + hexazinone e isoxaflutole prejudicaram a altura (cm) aos 60 dias após tratamento.

- Diuron + hexazinone, azafenidin + hexazinone e isoxaflutole prejudicaram o índice de fluorescência aos 45 e 60 dias após tratamento.
- Diuron + hexazinone e azafenidin + hexazinone e isoxaflutole reduziram a produção final ($t\ ha^{-1}$)

4.5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Sistema de informação sobre agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 04 out. 2003.

AZZI, G. M.; FERNANDES, J. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.72, n.3, p.9-19, 1968.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. **Boletim Serviço Nacional Pesquisas Agronômicas**, Rio de Janeiro, v.1, n.12, 1960. 312p.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Londrina, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CECHIN, I. Uso de sistemas portáteis de fluorescência na avaliação do estresse. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 20, 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1996. p.1-28.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; ZAMBON, S.; BIAZOTTO, I. L. Avaliação do herbicida isoxaflutole aplicado isolado ou em mistura de tanque no controle pré-emergente de plantas daninhas em soqueira de cana-de-açúcar. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p.255.

CLEMENT, A. A.; LAMMEL, J. S.; BARBOSA, J. C. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com hexazinone e suas misturas com diuron em pré-emergência. **Planta Daninha**, Campinas, v.2, p.85-88, 1979.

COSTA, E. A. D. da; ROZANSKI, A. Eficácia da aplicação seqüencial de isoxaflutole associado com ametryn ou diuron no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Boletim Informativo da SBCPD: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, Londrina, v.9, n.1, p.14-20, 2003.

CRUZ, L. S. P.; GURGELL, M. N. do A. Efeito de hexazinone e diuron, e suas misturas, no controle de capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*) em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Planta Daninha**, Campinas, v.1, p.15-20, 1983.

DURIGAN, J. C.; PRETTO, D. R.; LEITE, G. J. Seletividade de isoxaflutole isolado e em mistura de tanque aplicado na cultura da cana-de-açúcar CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p.257.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Delineamento Macro Agroecológico no Brasil**. Rio de Janeiro, 1991, p.2-4. (Boletim de pesquisa, 37).

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1998. 648 p.

LOVELL, S. T.; SIMS, G. K.; WAX, L. M.; HASSETT, J. J. Hidrolysis and soil adsorption of the labile herbicide isoxaflutole. **Environmental Science & Technology**, Easton, v.34, p.3186-3190, 2000.

MELLO FILHO, A. de T.; PIO, L. C.; LAVORENTI, A.; SILVA, S. A. da. Estudo comparativo de herbicidas de pós-emergência para o controle de plantas daninhas na cana-de-açúcar. **STAB: açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.5, n.1, p.32-36, 1986.

MILLER, D. K.; RICHARD JR, E. P.; GRIFFIN, J. L. Sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids) response to simulated fallow field residues of metribuzin and sulfometuron. **Weed Technology**, Lawrence, v.12, p.454-457, 1998.

MILLHOLLON, R. W. Preemergence control of ichgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*) in sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids) with pendimethalin and prodiamine. **Weed Science**, Champaign, v.41, p.621-626, 1993.

NEGRISOLI, E. **Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência e associados a nematicidas, à cultura da cana-de-açúcar, cultivar RB855113**. 2002. 48f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PALLET, K. E.; LITTLE, J. P.; SHEEKEY, M.; VEERASEKARAN, P. The mode of action of isoxaflutole – I. Physiological Effects, Metabolism and Selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v.62, p.113-124, 1998.

PASTRE, W.; ROLIM, J.C. Tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao Êvolus – cana planta de 12 meses, em solos arenoso e argiloso. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002a, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002a. p.490.

PASTRE, W.; ROLIM, J.C. Tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao Êvolus – cana planta de 18 meses em solos arenoso e argiloso. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002b, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002b. p.491.

RICHARD JR, E. P. Response do sugarcane (*Saccharum* sp.) cultivars to preemergence herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v.3, p.358-363, 1989.

RICHARD JR, E. P. Preemergence herbicide effects on bermudagrass (*Cynodon dactylon*) interference in sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids). **Weed Technology**, Champaign, v.7, p.578-584, 1993.

RICHARD JR, E. P. Sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids) tolerance to clomazone. **Weed Technology**, Champaign, v.10, p.90-94, 1996.

RICHARD JR, E. P. Control of perennated bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and johnsongrass (*Sorghum halepense*) in sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrids). **Weed Technology**, Lawrence, v.12, p.128-133, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: s. n., 1998. p.228-232, 361-365, 389-395.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Departamento de Biotecnologia Vegetal. **Programa de cooperação técnica científica na área de melhoramento da cana-de-açúcar**: relatório de atividades, Araras, 1997. 91p.

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