**DESEMPENHO DA CULTURA DE MILHO (*Zea mays* L.)
SUBMETIDA A APLICAÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES, EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE MANEJO**

MARCELO NICOLAI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 2004

**DESEMPENHO DA CULTURA DE MILHO (*Zea mays* L.)
SUBMETIDA A APLICAÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-
EMERGENTES, EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE MANEJO**

MARCELO NICOLAI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 2004

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Nicolai, Marcelo

Desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.) submetida a aplicação de herbicidas pós-emergentes, em diferentes situações de manejo / Marcelo Nicolai. - - Piracicaba, 2004. 96 p.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. Bibliografia.

1. Fenologia 2. Fertilizante nitrogenado 3. Fitossanidade 4. Herbicida 5. Inseticida 6. Interação 7. Milho 8. Planta daninha 9. Uréia I. Título

CDD 633.15

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICO

À meus queridos pais, **Eurídice Antônio Nicolai** e **Maria Joana de Campos Nicolai**, pelo amor, dedicação e apoio em toda minha trajetória pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a DEUS por iluminar e conduzir meu caminho.
- Aos meus queridos pais, Nicolai e Joana, por terem me guiado e me darem a melhor herança que um filho pode ter que é a educação.
- À minha estimada e única irmã, Maísa Nicolai, pelo elo familiar que temos.
- Especialmente a minha querida Fabiana Lopes Bernardino, que me acompanha, passo a passo, me aconselhando e me apoiando em todas as minhas decisões.
- Aos meus avós, Oliveira Lino de Campos, Duzolina S. de Campos e Rosa J. P. Nicolai (In memoriam), pelo intenso afeto.
- Ao Prof. Dr. Pedro Jacob Christoffoleti, que além da orientação, foi um grande amigo, dedicando confiança, atenção e disponibilidade.
- Aos Engenheiros Agrônomos, Dr. Ramiro F. López-Ovejero, Ms. Juliano F. Barela, Ms. Saul J. P. Carvalho e Murilo S. Moreira, pela amizade e ajuda determinante para a realização deste trabalho.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos concedida.

- Ao Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pela disponibilidade de equipamentos e serviços.
- A empresa Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, nas pessoas dos Srs. José Erasmo Soares, Benedito Aparecido Braz, Karl Christof Schumm, José Soto Veiga, Leandro Martinho e André Bachiega, pelo fornecimento dos insumos e amostras experimentais, bem como pela atenção dispensada.
- Aos amigos, Carmo A. L. Poloni, Carlos H. T. A. Ferreira, Daniel C. Victória, Daniel J. Soares, Fabio L. A. Mello, Fernando F Barros, Gleuber M. Teixeira, Ithamar P. Neto, Jorge M. Sugisawa, Kaleb Borges, Lucas Ferriane, Marcel Durigan, Marcelo Coelho, Márcio Cortucci, Márcio Manhães, Marco D. M. Risco, Marcos Vasconcelos, Pablo H. Silva, Pery P. Pedro, Renato A. Minohara, Rodrigo J. Bettiol, Saulo S. Silva, Tiago Biscegli e Thiago C. Cibim pelo apoio pessoal e profissional.
- Ao Grupo de Plantas Daninhas (GPD), Cristiano Abujamra, Marcos R. Del Bel, Humberto A. Neto, Victor Labônia, Fernando Martins, Francisco Gutierrez, Carlos A. Daher, Fabio Amaral, Rafael F. P. Silva e Beatriz P. Lombardi, pela inestimável ajuda, respeito e amizade.
- Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (Principalmente Luciane A. Lopes), da Fazenda Areão e da Biblioteca Central da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Perdas provocadas pelas plantas daninhas na cultura de milho e período crítico de interferência.....	3
2.2 Estratégias de controle das plantas daninhas na cultura de milho.....	4
2.2.1 Controle de plantas daninhas antes da semeadura da cultura de milho (Dessecação).....	4
2.2.2 Controle de plantas daninhas depois da semeadura de milho.....	6
2.3 Seletividade dos herbicidas pós-emergentes da cultura de milho.....	6
2.3.1 Herbicidas inibidores da ALS.....	9
2.3.2 Herbicidas inibidores do fotossistema II.....	12
2.3.3 Herbicidas inibidores da biossíntese de caroteno.....	12
2.4 Interação de herbicidas utilizados na pós-emergência da cultura de milho e adubos nitrogenados utilizados em cobertura.....	13
2.4.1 O Nitrogênio no solo e nas plantas.....	13
2.4.2 Adubos nitrogenados minerais utilizados na cultura de milho e seu momento de aplicação.....	15
2.4.3 Interação entre herbicidas e adubos nitrogenados aplicados na pós-emergência de milho.....	16

2.5	Interação de herbicidas utilizados na pós-emergência da cultura de milho e inseticidas utilizados para controle da <i>Spodoptera frugiperda</i>	18
2.5.1	Lagarta-do-catucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>) na cultura de milho.....	18
2.5.2	Mecanismo de ação de inseticidas utilizados na cultura de milho.....	19
2.5.3	Interação entre herbicidas e inseticidas usados na pós-emergência de milho.....	21
2.6	Eficácia dos herbicidas utilizados na cultura de milho.....	23
2.6.1	Herbicidas inibidores da ALS.....	25
2.6.2	Herbicidas inibidores da biossíntese de caroteno.....	28
3	INTERAÇÃO ENTRE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES E A ADUBAÇÃO COM FONTES NITROGENADAS, NA CULTURA DE MILHO (<i>Zea mays</i>).....	29
	Resumo.....	29
	Summary.....	30
3.1	Introdução.....	31
3.2	Material e métodos.....	33
3.2.1	Local, cultura e condições gerais dos experimentos.....	33
3.2.2	Descrição dos tratamentos.....	35
3.2.3	Metodologia de Aplicação.....	37
3.2.4	Avaliações.....	38
3.2.5	Análise estatística.....	38
3.3	Resultados e discussão.....	39
3.3.1	Experimento I - Interação entre herbicidas pós-emergentes e a adubação com uréia, na cultura de milho (<i>Zea mays</i>).....	39
3.3.2	Experimento II - Interação entre herbicidas pós-emergentes e a adubação com sulfato de amônio, na cultura de milho (<i>Zea mays</i>).....	43
3.4	Conclusões.....	46
4	SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES PARA A CULTURA DE MILHO (<i>Zea mays</i>) QUANDO EM MISTURAS COM INSETICIDAS.....	47

Resumo.....	47
Summary.....	48
4.1 Introdução.....	49
4.2 Material e métodos.....	51
4.2.1 Local , cultura e condições gerais do experimento.....	51
4.2.2 Descrição dos tratamentos.....	53
4.2.3 Metodologia de Aplicação.....	55
4.2.4 Avaliações.....	55
4.2.5 Análise estatística.....	56
4.3 Resultados e discussão.....	57
4.4 Conclusões.....	63
5 EFICÁCIA DOS PRINCIPAIS HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE MILHO (<i>Zea mays</i>).....	64
Resumo.....	64
Summary.....	65
5.1 Introdução.....	66
5.2 Material e Métodos.....	68
5.2.1 Local e condições gerais do experimento.....	68
5.2.2 Descrição das plantas daninhas.....	68
5.2.3 Descrição dos tratamentos herbicidas.....	69
5.2.4 Aplicação dos herbicidas.....	69
5.2.5 Avaliações.....	70
5.2.6 Análise estatística.....	70
5.3 Resultados e discussão.....	70
5.4 Conclusão.....	82
6 CONCLUSÕES GERAIS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

LISTA DE TABELAS

Página

1	Análise química do solo da área experimental, 2003.....	34
2	Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e totais mensais de precipitação e radiação solar global total.....	35
3	Características dos produtos utilizados no experimento.....	36
4	Fitotoxicidade (%) resultante dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com uréia.....	40
5	Altura (m), rendimento ($t\ ha^{-1}$) e peso de mil grãos (g) resultantes dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com uréia..	42
6	Fitotoxicidade (%) resultante dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com sulfato de amônio.....	44
7	Altura (m), rendimento ($t\ ha^{-1}$) e peso de mil grãos (g) resultantes dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com sulfato de amônio.....	45
8	Análise química do solo da área experimental, 2003.....	52
9	Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e totais mensais de precipitação e radiação solar global total.....	53
10	Características dos produtos utilizados no experimento.....	54

11	Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 7 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância.....	58
12	Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 14 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância.	59
13	Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 21 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância.	59
14	Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 28 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância.	60
15	Componentes da produção altura de plantas (m), peso de 1000 grãos (g) e rendimento (ton.ha ⁻¹).....	62
16	Tratamentos herbicidas usados no experimento.....	69
17	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Brachiaria plantaginea</i>	71
18	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Panicum maximum</i>	72
19	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Panicum maximum</i> , para o estágio pós-tardio.....	73
20	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Eleusine indica</i>	74
21	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Eleusine indica</i> , para o estágio pós-tardio.....	75

22	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Digitaria horizontalis</i>	76
23	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Ipomoea grandifolia</i>	77
24	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Ipomoea grandifolia</i> , no estágio de pós-tardio.....	78
25	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Bidens pilosa</i> suscetível.	79
26	Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para <i>Bidens pilosa</i> resistente aos herbicidas inibidores da ALS.....	81

DESEMPENHO DA CULTURA DE MILHO (*Zea mays* L.) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DE HERBICIDAS PÓS- EMERGENTES, EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE MANEJO

Autor: MARCELO NICOLAI

Orientador: Prof. Dr. PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI

RESUMO

A aplicação de herbicidas pós-emergentes na cultura de milho é intensa, expondo a cultura às inúmeras situações de manejo em coincidência com a utilização destes agroquímicos, podendo resultar em interações prejudiciais a cultura. Sendo assim, desenvolveu-se esta pesquisa, com o objetivo de avaliar a possibilidade de interação entre esses herbicidas com inseticidas e adubos nitrogenados, bem como a eficácia dos herbicidas no controle de plantas daninhas. Foram instalados experimentos a campo e em casa-de-vegetação, nas dependências do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ-USP. Foram três modalidades de experimentação, onde foi utilizado o delineamento estatístico de blocos casualizados com quatro repetições. O primeiro experimento avaliou a interação entre os herbicidas pós-emergentes, mesotrione, nicosulfuron e iodosulfuron + foramsulfuron, e as fontes nitrogenadas, sulfato de amônia em cobertura e uréia incorporada. Após a análise dos resultados, foram observados alguns sintomas fitotóxicos causados

pelos herbicidas. Tais sintomas evoluíram até o total desaparecimento, tornando-se imperceptíveis ao longo do ciclo da cultura, a qual apresentou altura de pendoamento semelhante a testemunha. Os rendimentos de grãos e o peso de mil grãos não indicam reduções de produtividade. Tanto para a uréia, quanto para o sulfato de amônio, não detectou-se sintomas de interatividade fitotóxica para o híbrido AGN 2012. O segundo, avaliou a interação entre herbicidas pós-emergentes, nicosulfuron e mesotrione em mistura com atrazina, e os inseticidas clorpirifós, lambdacyhalotrina, e thiamethoxan + lambdacyhalotrina, aplicados em mistura de tanque. Ocorreram injúrias fitotóxicas sinérgicas para os tratamentos envolvendo o inseticida clorpirifós. Não ocorreram reduções de altura, rendimento e peso de 1000 grãos. Isso indica a capacidade do híbrido AGN 2012 em superar as fitotoxicidades, mas não isenta a mistura do risco de perda de rendimento em outras situações. A terceira, testou a eficácia dos herbicidas pós-emergentes mesotrione + atrazina, nicosulfuron + atrazina, nicosulfuron e iodosulfuron + foramsulfuron, no controle de *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Eleusine Indica*, *Ipomoea grandifolia* e *Bidens pilosa* suscetível e resistente aos herbicidas inibidores da ALS. Foi observado que a planta daninha no estágio inicial de crescimento, é melhor controlada pelos herbicidas; as misturas de herbicidas são mais eficazes, permitindo controlar plantas em estádios de crescimento mais avançados; o *Panicum maximum* requer doses maiores dos herbicidas ou a mudança da estratégia de controle; o milho pode ser uma alternativa no controle de *Bidens pilosa* resistente aos inibidores da ALS, se cultivado como cultura de sucessão em um sistema de produção, com uso de herbicidas com alternativos mecanismos de ação. A pesquisa conclui que herbicidas pós-emergentes aplicados na cultura de milho, podem ter sua seletividade reduzida quando aplicado simultaneamente com inseticidas e adubos nitrogenados, porém as fitotoxicidades causadas por estas interações sinérgicas podem não reduzir a produtividade final como ocorreu neste trabalho, em função de combinações entre fatores climáticos e culturais. A eficácia

desses herbicidas, estudada para plantas daninhas da cultura de milho, depende do estágio fenológico destas plantas, sendo que a mistura de mesotrione + atrazina é uma alternativa para o controle de *B. pilosa* resistente aos inibidores da ALS.

PERFORMANCE OF THE CORN CROP (*Zea mays* L.) SUBMITTED TO APPLICATION OF POST-EMERGENCE HERBICIDES, IN DIFFERENT MANAGEMENT SITUATIONS

Author: MARCELO NICOLAI

Adviser: Prof. Dr. PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI

SUMMARY

The application of post-emergence herbicides at corn crop is intense, exposing the crop to countless management situations in coincidence with the using of these agrochemicals that can result in damaging interactions to the crop. Therefore, this research was developed, with the objective of evaluating the possibility of interaction between these herbicides with insecticides and nitrogen fertilizers, as well the herbicides efficacy on weeds control. There were installed experiments in field and green-house, at Crop Science Department annexes, ESALQ/USP. There were three experimentation modalities, where it was used the statistical design of randomized blocks with four replicates. The first experiment evaluated the interaction between the post-emergence herbicides, mesotrione, nicosulfuron and iodosulfuron + foramsulfuron, and the nitrogen sources, ammonium sulfate in covering and incorporated urea. After the results analysis, there were observed some phytotoxics symptoms caused by the herbicides. These symptoms evolved until the total disappearing, becoming imperceptible along the crop cycle, which presented height at

flowering similar to the check. The kernel yield and the weight of 1000 kernels did not presented productivity reduction. Each for urea or for ammonium sulfate, it was not detected symptoms of phytotoxic interactivity to the hybrid AGN 2012. The second experiment evaluated the interaction between the post-emergence herbicides, nicosulfuron and mesotrione in mixture with atrazine, and the insecticides clorpirifos, lambdacyhalotrin and thiamethoxan + lambdacyhalotrin, applied in tank mixture. It was observed synergistic phytotoxics injuries to the treatments involving the insecticide clorpirifos. Although, it was not observed height, yield or weight of 1000 kernels reductions. It indicates the capacity of the hybrid AGN 2012 in overcoming the phytotoxicity, but it did not exempt the mixture of yield losses risk in other situations. The third experiment, tested the efficacy of the post-emergence herbicides mesotrione + atrazine, nicosulfuron + atrazine, nicosulfuron and iodosulfuron + foramsulfuron, on control of *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Eleusine Indica*, *Ipomoea grandifolia* and *Bidens pilosa* susceptible and resistant to ALS-inhibiting herbicides. It was observed that the weeds are better controlled by herbicides at initial growth stage; the herbicides mixtures are more efficient, permitting to control plants in more developed growth stages; the weed *Panicum maximum* require upper herbicides rates or changings on control strategies; the corn may be an alternative crop to control *Bidens pilosa* resistant to ALS-inhibiting herbicides, if conducted as a succession crop in the production system, using herbicides with alternative action mechanisms. This research concluded that post-emergence herbicides applied on corn crop may have its selectivity reduced when simultaneously applied with insecticides or nitrogen fertilizers, although the phytotoxicity caused by these synergistic interactions may not reduce the final productivity, as occurred at this work, in function of combinations of climatic and crop factors. The efficacy of these herbicides, studied for weeds at corn crop, depends on weeds phenologic stage, and the mixture of mesotrione + atrazine is an alternative to control *B. pilosa* resistant to ALS-inhibiting herbicides.

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas da agricultura brasileira, tanto no aspecto quantitativo, quanto no que diz respeito à sua importância estratégica por ser a base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana. A semeadura e a condução de uma lavoura de milho visam obter alta produtividade e o almejado lucro com a venda do produto colhido. Além de condições naturais favoráveis, como a melhor época de semeadura, condições de clima e solo propícias, requer ainda muitas e oportunas decisões do agricultor, em geral baseadas nas recomendações técnicas oriundas das pesquisas. Cada operação tem seu momento correto de execução, inclusive a colheita. No intervalo que vai da semeadura e germinação até a colheita, diversas práticas de manejo têm que ser executadas. Em função da dinâmica dentro da unidade produtora, associada à fenologia das plantas de milho, e a influência de patógenos e insetos nocivos a cultura, muitas das mais importantes atividades ligadas à manutenção da cultura acabam ocorrendo num curto espaço de tempo. As aplicações de herbicidas, necessários em função da alta infestação de plantas daninhas, que competem com a cultura de milho, as aplicações de inseticidas, principalmente aquelas que visam controlar ataques da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), e as adubações nitrogenadas realizadas em cobertura, ou seja, aplicadas sobre a cultura, em complementação as necessidades nutricionais da mesma, acontecem basicamente na mesma época, mais precisamente quando a cultura atinge a quarta folha definitiva (aproximadamente 15 a 20 dias após a semeadura). Suspeita-se que essas operações realizadas simultaneamente podem causar injúrias às plantas de milho. As inovações tecnológicas para a cultura no que se

refere a herbicidas, materiais genéticos e inseticidas, trazem dúvidas quanto à possibilidade de interações fitotóxicas, potencial de seletividade e eficácia agronômica.

Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi: a) avaliar as possíveis interações fitotóxicas entre herbicidas pós-emergentes e adubos nitrogenados, quando aplicados na mesma época, com relação a injúrias fitotóxicas e perdas de rendimento; b) avaliar a fitotoxicidade e perdas de rendimento resultante da interação de herbicidas pós-emergentes e inseticidas, quando aplicados em mistura de tanque. Por fim, objetiva avaliar a eficácia de herbicidas pós-emergentes no controle das principais plantas daninhas infestantes da cultura de milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Perdas provocadas pelas plantas daninhas na cultura de milho e período crítico de interferência

Estima-se que a redução causada pelas plantas daninhas na produção das culturas no Brasil seja da ordem de 20 a 30%, podendo chegar até 90% em casos extremos. Para minimizar essas perdas, na maioria dos casos, tem sido usado o controle químico (Bianchi, 1998). A redução do rendimento de produção na cultura de milho, devido à competição estabelecida com as plantas daninhas, pode alcançar até 70% da produtividade potencial, variando em função da espécie e do grau de infestação das plantas daninhas, do tipo de solo, das condições climáticas reinantes no período, bem como do espaçamento, variedade e do estágio fenológico da cultura em relação a convivência das plantas daninhas (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). Portanto, o controle de plantas daninhas é uma necessidade de ordem econômica.

De todos os fatores que influenciam o grau de interferência, o mais importante é o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas estão disputando os recursos do meio, denominado período crítico de prevenção da interferência (PCPI) (Pitelli, 1985). Para Fancelli et al. (1998a), a partir da emissão da quinta folha definitiva, a presença de plantas daninhas poderá acarretar perdas significativas de produção, sendo que, quando o início do controle de plantas daninhas, ocorreu apenas a partir da emissão da quinta folha do milho, evidenciou-se a redução do comprimento médio da espiga, do número médio de grãos por fileira e do rendimento médio de grãos. Para Roman (2001), o PCPI inicia quando a cultura apresenta quatro folhas

definitivas e finaliza na décima folha definitiva. Em experimento conduzido por Kozlowski (2002), o PCPI ocorreu entre os estádios fenológicos de duas a sete folhas definitivas, e a interferência das plantas daninhas reduziu em média 87% o rendimento de grãos da testemunha sem controle de plantas daninhas.

2.2 Estratégias de controle das plantas daninhas na cultura de milho

O controle de plantas daninhas na cultura de milho pode ser realizado em dois momentos durante o ciclo da cultura, antes e depois da semeadura, em função principalmente da forma de semeadura adotada na área, da disponibilidade de máquinas e dos herbicidas escolhidos.

2.2.1 Controle de plantas daninhas antes da semeadura da cultura de milho (Dessecação)

No sistema de plantio direto, o método químico é o mais utilizado no manejo de coberturas verdes e controle de plantas daninhas na cultura de milho. A dessecação é realizada exclusivamente com a aplicação de herbicidas não-seletivos, sendo o glyphosate o mais utilizado para esse fim (Penckowski, 2001).

O glyphosate é um herbicida não seletivo, de ação sistêmica aplicado no controle de plantas daninhas anuais e perenes e, sem atividade residual no solo (Rodrigues & Almeida, 1995). O herbicida é utilizado nas culturas para manejo da vegetação antes da semeadura da cultura, principalmente nas áreas de plantio direto. O herbicida glyphosate, é derivado de aminoácidos, e tem como mecanismo de ação a inibição da enol-piruvil-shikimato-fosfato sintetase (EPSPs), enzima responsável por uma das etapas de síntese dos aminoácidos aromáticos triptofano, fenilalanina e tirosina. Uma das consequências da inibição da enzima é a elevação dos níveis de amônia fitotóxica, bem como de glutamina e glutamato, além de inibir a síntese dos aminoácidos fenilalanina, tirosina e triptofano, e de compostos secundários, como algumas vitaminas e hormônios (Christoffoleti et al., 2001).

O intervalo de tempo entre a colheita de uma cultura e a semeadura da cultura em sucessão nos sistemas de plantio direto é muito importante. Normalmente, quanto maior for esse intervalo, maior será a possibilidade de germinação e de crescimento de plantas daninhas. Nesse caso, a quantidade e a qualidade dos restos culturais podem evitar ou diminuir a infestação das plantas daninhas (Ruedell, 1995). Este intervalo de tempo permite, em algumas situações, a semeadura de coberturas verdes, antes da semeadura da próxima cultura destinada à colheita. Para Marochi (2002a,b) o manejo químico da vegetação, constituída de espécies como *Avena strigosa* (aveia-preta), *Lolium multiflorum* (azevém) ou *Raphanus sativus* (nabo-forrageiro), com a finalidade de formação de palha para cobertura do solo, para áreas em sistema de produção em plantio direto, no pré-semeadura da cultura de milho, é uma prática usual entre os produtores; no entanto, dependendo da época em que é realizada a dessecação das coberturas verdes, pode haver interferência no armazenamento de água no solo, na dinâmica das populações de pragas, na eficiência das semeadoras, nas relações alelopáticas e no desenvolvimento das culturas implantadas a seguir.

Algumas indicações de pesquisa, e mesmo de observações a campo, indicam também que a eliminação mecânica e/ou química dessas culturas, antes da implantação da cultura de milho, mais especificamente nos casos da aveia-preta, colza e principalmente, azevém, deva ser realizada em torno de 20 dias antes da semeadura da cultura de milho, evitando-se, com isso, possíveis efeitos alelopáticos e competição por nitrogênio da cultura predecessora. Esse período, para tremoço e ervilhaca, variou de cinco a sete dias. O nabo-forrageiro apresenta um comportamento intermediário (Ruedell, 1995).

Outro produto utilizado na dessecação é o herbicida 2,4-D, com mecanismo de ação de mimetização das auxinas, utilizado em pré-semeadura das culturas, com o objetivo de controle total da vegetação nas áreas de plantio direto. Seu uso é restrito para as áreas onde existe predominância de folhas largas, em mistura com outros herbicidas de manejo total da vegetação, tal

como o glyphosate. O herbicida 2,4-D interfere na diferenciação celular, inibindo ou estimulando de forma errática o desenvolvimento nas áreas meristemáticas, e provocando uma diferenciação em tecidos com células já estabilizadas. Este herbicida age da mesma forma que as auxinas naturais nas plantas, porém como é aplicado em doses maiores que os reguladores de crescimento, apresentam ação herbicídica nas plantas daninhas da classe das dicotiledôneas (Christoffoleti et al., 2001).

2.2.2 Controle de plantas daninhas depois da semeadura de milho

Após a semeadura da cultura são empregados herbicidas pré-emergentes e/ou pós-emergentes para o controle de plantas daninhas na cultura de milho. Os critérios principais para escolha dos herbicidas dependem de sua seletividade e eficácia.

2.3 Seletividade dos herbicidas pós-emergentes da cultura de milho

A seletividade do herbicida é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola. É considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação (Oliveira Jr., 2001a).

A seletividade está relacionada à tolerância diferencial, sendo um fator relativo e particularmente característico para uma determinada interação herbicida-planta daninha-cultura-condições edafoclimáticas. Portanto, talvez o mais correto fosse julgar se determinado tratamento, e não um herbicida especificamente, é seletivo para determinada cultura. Por tratamento seletivo entende-se aquele que controla plantas daninhas sem afetar seriamente aquelas que são de interesse (culturas) (Oliveira Jr., 2001a).

Entre os fatores que determinam a seletividade encontram-se: i) fatores relacionados às características do herbicida, ou ao método de aplicação como dose, formulação, localização espacial ou temporal do herbicida em relação à

planta; ii) fatores relacionados às características das plantas como seletividade associada à retenção e à absorção diferencial (idade das plantas, cultivar, tamanho da semente ou estrutura de propagação vegetativa); seletividade associada à translocação diferencial e; seletividade associada ao metabolismo diferencial (detoxificação); iii) antídotos (Oliveira Jr., 2001a).

Assim, o herbicida a ser empregado deve ser preferencialmente seletivo para a cultura não causando injúrias às plantas de milho, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, visto que inúmeras condições de uso podem causar distintos efeitos fitotóxicos. Por essa razão, é fundamental a avaliação, em condições de campo, da influência dos principais herbicidas sobre o desempenho da cultura de milho, independente da sua eficiência no controle de plantas daninhas. Para isso, é de fundamental importância conhecer a fenologia da cultura e os momentos de definição do potencial de produção (López-Ovejero, 2000).

Sendo assim, para a cultura do milho o rendimento de grãos depende da população, prolificidade, número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira e da massa média por unidade de grão (ou semente). A população e prolificidade devem ser otimizadas considerando-se a arquitetura da planta, condições edafoclimáticas e tecnologia empregada. Por ocasião da plena expansão da quarta a sexta folha, o meristema apical finaliza sua fase vegetativa e inicia seu processo de diferenciação floral, o qual origina os primórdios da(s) espiga(s) e da panícula, culminando na definição do potencial de produção da planta (Fancelli & Dourado-Neto, 1997b). Após o início da diferenciação da panícula, quando a planta se encontra com sete a nove folhas definitivas e plenamente expandidas, começa o processo de diferenciação floral da gema que dará origem à espiga; sendo que, logo após esta diferenciação, rapidamente (8 e 12 folhas), a planta determina o número de fileiras por espiga e o número de grãos por fileira que comporão a futura espiga (Andrade et al., 1996). O número médio de grãos por fileira é afetado pelo tamanho da espiga, a qual é definida a partir das 12 folhas até o florescimento da planta. A massa

média por unidade de grão ou semente é marcadamente afetada a partir do estágio fenológico 6 (grãos leitosos), principalmente pela disponibilidade de água (Fancelli & Dourado-Neto, 1997b).

Sendo assim, o número de grãos por unidade de área constitui-se num dos mais importantes componentes determinantes do rendimento, o qual é influenciado por eventos ocorridos entre a emissão da 4ª e 10ª folha definitiva da planta, além daqueles evidenciados no florescimento (fecundação) (Fancelli & Dourado-Neto, 1997b). Esses conhecimentos são muito importantes, principalmente quando o controle de plantas daninhas vai ser realizado com herbicidas aplicados na pós-emergência. Alguns autores observaram sensíveis reduções de rendimento em lavouras de milho provocadas por grande parte dos herbicidas recomendados para a cultura, principalmente quando os mesmos foram aplicados após a emissão da sexta ou sétima folha do referido cereal (López-Ovejero et al., 2003).

Até 1995 só existiam herbicidas recomendados em pré-plantio incorporado e de pré-emergência para o controle de plantas daninhas na cultura de milho, limitando de certa forma a adoção do plantio direto pelo agricultor (Silva & Melhorança, 1991; Franco, 2003). Para a solução desse problema surgiu a necessidade do desenvolvimento de novos herbicidas recomendados em pós-emergência, sendo que, com a entrada das sulfoniluréias no mercado brasileiro, foi facilitado o controle de plantas daninhas na cultura, especialmente as da classe das folhas estreitas (Franco, 2003). Para Christoffoleti & Mendonça (2001b), os programas de manejo de plantas daninhas na cultura de milho que utilizam herbicidas pós-emergentes tem aumentado bastante nos últimos anos. No entanto, o aumento de áreas aplicadas com herbicidas pós-emergentes tem alguns questionamentos importantes, sendo o primeiro relativo à seletividade e época de aplicação do herbicida em relação ao estágio fenológico da cultura, pois, se o momento de aplicação for inadequado, a produção da cultura pode ser reduzida pela injúria causada pelo herbicida na cultura; e o segundo refere-se ao estágio de desenvolvimento da planta

daninha, o qual deve ser aplicada com as plantas daninhas em estágio de maior suscetibilidade aos herbicidas.

2.3.1 Herbicidas inibidores da ALS

Segundo Christoffoleti (1997), os herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) ou acetohidroxiácido sintase (AHAS) pertencem a diversos grupos químicos, dentre eles as sulfoniluréias, imidazolinonas, triazolopirimidinas e pirimidiloxitiobenzoatos. Estes herbicidas apresentam como mecanismo de ação a inibição da síntese dos aminoácidos alifáticos de cadeia lateral: valina, leucina e isoleucina (Trezzi & Vidal, 2001). A via biossintética desses três aminoácidos apresenta em comum o uso de uma enzima chamada ALS, que participa na fase inicial do processo metabólico, catalizando uma reação de condensação (Christoffoleti et al., 2001). Os herbicidas inibidores da ALS impedem que esta reação de condensação aconteça, provocando, como consequência, o bloqueio da produção dos aminoácidos alifáticos de cadeia lateral. Quando o herbicida encontra-se presente dentro da célula de uma planta susceptível, ocorre uma inibição não competitiva pelo herbicida com o substrato, de tal maneira que não ocorre a formação do acetolactato, indispensável para que as demais reações prossigam resultando na formação dos aminoácidos. A paralização na síntese dos aminoácidos leva a uma interrupção na divisão celular e paralização do crescimento. A morte das plantas daninhas ocorre dentro de 7 a 21 dias, dependendo do estágio de desenvolvimento na época da aplicação (Trezzi & Vidal, 2001).

Com as entradas de nicosulfuron (Sanson) e foramsulfuron + iodosulfuron (Equip Plus) no mercado brasileiro, pertencentes ao grupo químico das sulfoniluréias, foi facilitado o controle em pós-emergência de plantas daninhas especialmente as da classe das gramíneas na cultura de milho (Franco, 2003). Esse grupo de herbicidas permite maior flexibilidade e eficiência no controle de plantas daninhas em doses baixas, baixa toxicidade para mamíferos e boa seletividade para culturas de importância econômica (Oliveira

Jr., 2001b; Franco, 2002). Estes compostos são rapidamente absorvidos pelas folhas e translocados via apoplasto e simplasto para as raízes e pontos de crescimento, principalmente para as áreas meristemáticas. São muito efetivos em plantas daninhas anuais de crescimento rápido.

Mas, para a melhor utilização deste grupo de herbicidas, certos ajustes devem ser efetuados para corrigir algumas falhas que os mesmos têm apresentado como: i) consultar lista de híbridos e variedades recomendadas para tratamento com o herbicida; ii) dose para cada híbrido ou variedade; iii) aplicação entre 2 a 6 folhas; iv) não deve ser misturado com inseticidas organofosforados; v) observar intervalo de 7 dias entre as adubações de cobertura nitrogenada e a aplicação do herbicida (López-Ovejero et al., 2003).

No caso específico das sulfoniluréias, a seletividade esta associada ao metabolismo diferencial. As sulfoniluréias são seletivas por sofrerem desativação metabólica por hidrólise, ou seja, conversão rápida a compostos inativos nas culturas tolerantes, ao passo que pouco ou nenhum metabolismo pode ser medido em plantas sensíveis (Carey et al., 1997; Oliveira Jr., 2001b). Para Skora Neto (2002), espécies vegetais com tolerância a um determinado herbicida, baseada na metabolização da molécula pelas plantas, podem apresentar biótipos com diferentes níveis de tolerância ao produto.

Segundo Peixoto & Ramos (2002) os híbridos de milho apresentam de maneira simples três diferentes níveis de sensibilidade ao nicosulfuron: i) híbridos letais; ii) híbridos intermediários e iii) híbridos tolerantes. Os primeiros são provenientes de parentais sensíveis, sendo o resultado um híbrido suscetível ao herbicida. Os híbridos intermediários são aqueles tolerantes que, dependendo da dose e de alguns fatores ambientais e de manejo, podem apresentar ou não fitotoxicidade. Os híbridos tolerantes não apresentam fitotoxicidade nas doses recomendadas e ambos os parentais são tolerantes. Sendo assim, o efeito do herbicida na redução do número médio de espigas de milho produzidas é reflexo da diminuição do estande final causado pelo herbicida. Essa diferença tem indicado restrições na recomendação desse

herbicida em alguns casos, já que a fitotoxicidade pode ser observada no milho (Damião Filho et al., 1996).

Em experimentos conduzidos na ESALQ/USP, foram observadas sensíveis reduções de rendimento provocadas por grande parte dos herbicidas recomendados para a cultura. Entre eles o nicosulfuron (0,5; 1,0 e 1,3 L ha⁻¹) isolado ou em mistura com atrazina, principalmente quando os mesmos foram aplicados após a emissão da sexta ou sétima folha do referido cereal, provocaram a alteração do número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, e massa de mil grãos (Fancelli et al., 1998b; López-Ovejero, 2000).

Diversos experimentos foram conduzidos nas últimas safras, em diferentes regiões do país (Ponta Grossa; Marechal Cândido Rondon; Maringá; Londrina; Bandeirantes - PR; Selvíria, Campo Grande-MS; Paranapanema, Paulínia-SP; Santa Maria - RS; Uberlândia-MG), com o objetivo de avaliar a eficácia e a seletividade dos herbicidas inibidores da ALS na pós-emergência da cultura de milho. Os herbicidas estudados foram nicosulfuron (40; 50 ou 60 g i.a. ha⁻¹) e/ou foramsulfuron + lodosulfurom methyl sodium (36 + 2,4 e 45 + 3 g i.a. ha⁻¹) isolados ou mistura com atrazina, aplicados entre 2 a 5 folhas totalmente expandidas, em diferentes híbridos. Nenhum produto provocou qualquer injúria ao milho que compromettesse a produção. Os mesmos foram seletivos a uma série de híbridos de milho ou causaram dano a cultura, porém, não afetaram a produtividade. Os tratamentos avaliados não afetaram o número de espigas, estande da cultura na pré-colheita, altura e rendimento. Todos os tratamentos promoveram temporariamente sinais leves de fitotoxicidade, porém não interferiram no seu rendimento, os quais foram estatisticamente semelhantes a testemunha mantida no limpo (Conteiro & Lopes, 2002; Pereira et al., 2002; Adoryan et al., 2002; Fagliari et al., 2002; Carvalho et al., 2002; Alves et al., 2002; Almeida et al., 2002; Osipe et al., 2002a; Dornelles et al., 2002; Pasinato et al., 2002; Franco et al., 2002; Pinto et al., 2002). Para Skora Neto (2002) houve diferença na tolerância dos híbridos ao produto, entretanto, a maioria das plantas com sintomas de intoxicação recuperaram-se visualmente

do efeito do herbicida. Os híbridos precoces XB 7011, XL 355, XL 357 e Z 8410 e os híbridos normais Z 8550 e Z 85E03 foram os que tiveram redução significativa no rendimento.

2.3.2 Herbicidas inibidores do fotossistema II

Os herbicidas atualmente em uso e que apresentam mecanismo de ação de inibição da fotossíntese são pertencentes aos grupos químicos: triazinas e triazinonas, uréias substituídas, amidas e benzotiadiazoles. O sítio de ação destes herbicidas é na membrana do cloroplasto, onde ocorre a fase luminosa da fotossíntese, mais especificamente no transporte de elétrons. Uma planta é susceptível aos herbicidas inibidores da fotossíntese se o herbicida acoplar-se ao composto Q_B componente do sistema fotossintético e, assim, impossibilitar a ocorrência do transporte do elétron até a plastoquinona. Dessa forma não existe a produção de ATP, pois a produção de elétrons é interrompida, bem como a produção de $NADPH_2$ (Christoffoleti, 1997).

Na cultura do milho, as triazinas simétricas como atrazine, são amplamente utilizadas na pós-emergência do milho. As mesmas são degradadas nas plantas de milho pelo metabolismo do herbicida (desativação fisiológica), especialmente pelo processo de conjugação com glutatona nas folhas, o que faz que ele nunca chegue ao cloroplasto para causar injúrias. Essa molécula, nas doses recomendadas, é totalmente seletiva ao milho, sem restrição a qualquer híbrido (López-Ovejero et al., 2003).

2.3.3 Herbicidas inibidores da biossíntese de caroteno

A aplicação dos herbicidas pertencentes a este mecanismo de ação resulta na perda de praticamente todos os pigmentos das plantas suscetíveis, resultando numa aparência “albina”. O primeiro composto identificado deste grupo e usado na agricultura foi o clomazone, usado pela primeira vez nos EUA (Oliveira Jr., 2001a).

O herbicida mesotrione pertence ao grupo químico das tricetonas e atua sobre as plantas daninhas inibindo a biossíntese de carotenóides através da interferência na atividade da HPPD (4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase) nos cloroplastos, com posterior geração de estresse oxidativo, que destrói as membranas das células, levando assim as plantas à morte. O caroteno é um pigmento das plantas responsável, dentre outras funções, pela proteção da clorofila da foto-oxidação; portanto, as plantas suscetíveis têm como sintomatologia o albinismo ("branqueamento") dos tecidos fotossintéticos. O herbicida apresenta absorção pelas folhas e raízes e translocação aposimplástica (Kruse, 2001).

O milho é tolerante ao mesotrione devido a sua capacidade de metabolizar rapidamente o herbicida, produzindo metabólitos sem atividade, o que não ocorre nas plantas daninhas. A combinação de mesotrione com atrazine apresenta efeito sinérgico bastante interessante, com a possibilidade de uso de doses menores de ambos os produtos, para o controle em pós-emergência das principais espécies de plantas daninhas, gramíneas e folhas largas (Bachiega & Soares, 2002).

2.4 Interação de herbicidas utilizados na pós-emergência da cultura de milho e adubos nitrogenados utilizados em cobertura

2.4.1 O Nitrogênio no solo e nas plantas

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas. Esse fato é refletido no consumo mundial do elemento em fertilizantes, superando as quantidades utilizadas de fósforo (P_2O_5) ou potássio (K_2O). Pode-se prever uma importância crescente do nitrogênio na agricultura brasileira. A medida que a agricultura se intensifica e as produtividades aumentam, o consumo do nutriente deverá aumentar, como já vem acontecendo para várias culturas e regiões do país. Por ser um elemento afetado por uma dinâmica

complexa, e que não deixa efeitos residuais diretos das adubações, o manejo adequado da adubação nitrogenada é dos mais difíceis (Raij, 1991).

Embora o nitrogênio seja um dos elementos mais difundidos na natureza, ele praticamente não está presente nas rochas que dão origem aos solos. Dessa forma, pode-se considerar que a fonte primária do elemento no solo vem do ar, onde é o elemento predominante, na forma molecular estável de N_2 . As formas orgânicas presentes no solo originam-se de descargas elétricas e da ação de microorganismos do próprio solo. Em solos adubados, uma outra fonte de nitrogênio são os adubos minerais, que também contêm o elemento retirado do ar através de processos de fixação química. As formas minerais do nitrogênio nos solos mais interessantes a nutrição vegetal são amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-), pois podem ser aproveitadas pelas plantas. O íon amônio, sendo um cátion, permanece no solo em forma trocável, adsorvido pelas cargas negativas do solo. Já o nitrato, por ter carga negativa, é repelido pela superfície das partículas do solo, permanecendo na solução, sendo assim muito móvel no solo e suscetível a lixiviação. O nitrito é tóxico as plantas e animais, contudo existe de forma efêmera nos solos, já que é rapidamente oxidado a nitrato (Raij, 1991).

Nas plantas o nitrogênio é inicialmente reduzido à forma amoniacal e combinado nas cadeias orgânicas, formando ácido glutâmico, este por sua vez incluído em mais de uma centena de diferentes aminoácidos. Desses, cerca de 20 são usados na formação de proteínas. As proteínas participam como enzimas, nos processos metabólicos das plantas, tendo assim uma função mais dinâmica que estrutural. Além disso, o nitrogênio participa da composição da molécula de clorofila. O nutriente é móvel dentro das plantas (Malavolta, 1980).

Segundo Malavolta et al, (1997) algumas das enzimas usadas para assimilação do nitrogênio pelas plantas são redutase do nitrato (RN), dinucleotídeo de adenina reduzido (NADH), dinucleotídeo de adenina fosfato reduzido (NADPH), redutase do nitrito (RNi), ferredoxina reduzida (FDr), sintetase da glutamina (GS), sintase da glutamina (GOGAT), transferase amino

aspártica (AAT), sintetase da asparagina (AS), desidrogenase de glutamato (GDH) e descarboxilase de glutamato (GAD).

2.4.2 Adubos nitrogenados minerais utilizados na cultura de milho e seu momento de aplicação

Os adubos nitrogenados minerais são solúveis em água e, assim, não apresentam problemas para dissolver-se a solução do solo. O nitrato é, em geral, a forma mais absorvida pelas plantas. Para Kiehl (1983), a uréia e o sulfato de amônio estão entre os principais adubos nitrogenados em uso no país. Esses fertilizantes podem causar aumento da acidez do solo; aumento da pressão osmótica do solo, levando a salinização, o que justifica o fracionamento de suas doses; são solúveis em água, o que facilita o fracionamento nas aplicações; são isentos de macronutrientes secundários, excetuando-se o sulfato de amônio com 24% de enxofre (Vitti, et. al. 1984).

Após a aplicação da uréia, a mesma é atacada rapidamente pelos microorganismos do solo, que através da ação da uréase, transformam-na em carbonato de amônio que se decompõe espontaneamente gerando amônia e gás carbônico. A amônia, não sendo perdida por volatilização, quando usada em cobertura, pode reagir com água gerando amônio, o qual é absorvido pelas plantas ou nitrificado ou adsorvido ao complexo de troca do solo (Vitti, et. al. 1984). Essa transformação ocorre em pouco tempo. Assim o maior problema para aplicações de nitrogênio, são as perdas por volatilização em épocas chuvosas (Raij, 1991). O sulfato de amônio, em condições normais, tem o íon amônio (NH_4^+) retido temporária e superficialmente pelo complexo coloidal, passando depois para a solução do solo onde sofre o processo de nitrificação (Vitti, et. al. 1984). Em 15 dias, 87% do N em forma de amônio (NH_4^+) do sulfato de amônio pode ser nitrificado (Mikkelsen & Miller, 1962).

Normalmente, em culturas anuais, ocorre a aplicação de uma pequena quantidade de nitrogênio por ocasião da semeadura, e uma quantidade maior, posteriormente, em cobertura, quando o sistema radicular já estiver

suficientemente desenvolvido para absorver o nutriente aplicado. A aplicação de cobertura ocorre aproximadamente quando a cultura de milho apresenta de 3 a 5 folhas completamente expandidas (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). A uréia exige especial atenção, pela possibilidade de perdas por lixiviação, o que remete a necessidade de incorporação (Vitti, et. al. 1984).

2.4.3 Interação entre herbicidas e adubos nitrogenados aplicados na pós-emergência de milho.

O nitrogênio presente nos solos ou fornecido via fertilização é absorvido como amônio ou nitrato. Subseqüentemente, o N é incorporado para formar ácido glutâmico por uma seqüência de reações catalisadas por enzimas como a glutamina sintetase (GS) e glutamato sintetase (GOGAT) e, no caso da absorção ocorrer na forma nítrica, também pela nitrato redutase (NR) e nitrito redutase (NIR), enzimas que mediam a redução do NO_3^- (Lea, 1993). A maioria destas enzimas é dependente do suprimento de energia via NAD(P)H ou ferredoxina (Huppe & Turpin, 1994).

Foi demonstrado por Devine et al. (1993) que determinados herbicidas influenciam algumas rotas metabólicas em culturas, direta ou indiretamente relacionadas ao metabolismo de N. No caso de herbicidas do grupo químico das triazinas, a atividade do fotossistema II (FSII) é inibida pelo fato de ocorrer a substituição da ligação plastoquinona com a quinona b (Q_b). Estudos mostraram que atrazina substitui a forma oxidada da plastoquinona e ocupa o local de ligação específico no aceptor Q_b na proteína D_1 (Kleczkowski, 1993). Desse modo, como a molécula do herbicida está reduzida, não estando apta a receber elétrons, sua ligação bloqueia efetivamente o fluxo de elétrons, inibindo a fotossíntese.

Para a cultura de milho, existe a recomendação que deve ser observado um intervalo de aplicação de 7 a 10 dias para o caso de alguns herbicidas e de adubos nitrogenados (Peixoto & Ramos, 2002, López-Ovejero et al. 2003). Algumas considerações como quantidade de nitrogênio aplicado (maior

quantidade, maior carência) e a fonte de nitrogênio que foi aplicada (os nitratos e sulfatos são fontes mais lentas quanto à absorção e podem requerer um maior prazo de carência) devem ser observadas. Esses aspectos são agravados sob condições de estresse térmico e de umidade (Peixoto & Ramos, 2002).

Os fatores ambientais, principalmente aqueles ocorridos durante o intervalo de 7 a 10 dias entre as aplicações são fundamentais para a metabolização dos herbicidas. Quando as condições são adequadas para o desenvolvimento da cultura, os possíveis problemas são reduzidos ou ausentes. Para Peixoto & Ramos (2002), em regiões mais frias, a metabolização do herbicida pela cultura é mais lenta, devendo se atentar mais para os fatores e prazos para os manejos de nitrogênio e controle de plantas daninhas. Com a falta de chuvas logo após a aplicação de nitrogênio, a carência hídrica quase que paraliza completamente as funções metabólicas das plantas de milho, requerendo um certo prazo até a retomada das condições fisiológicas da lavoura.

Fleck, et al. (2001) testou os efeitos dos herbicidas atrazina e amônio-glufosinate na absorção do nitrogênio pelas plantas e os efeitos que exercem em características de plantas de milho. A partir dos resultados obtidos, constatou-se que a aplicação de nitrogênio em cobertura do milho utilizando diferentes fontes (uréia e nitrato de amônio) promoveu aumento na maioria dos componentes do rendimento, incrementando em até 35% o rendimento de grãos. Não ocorreu interação entre os herbicidas e as fontes de nitrogênio. O uso destes herbicidas, em doses reduzidas (abaixo das recomendadas), aplicados isoladamente ou combinados com outros herbicidas, não afetou o rendimento de grãos, nem os componentes do rendimento da cultura do milho. O herbicida atrazina teve pequena influência nos teores de clorofila e de N em milho, mas para o controle de plantas daninhas, sua ação foi favorável, especialmente quando usada na dose recomendada. O amônio-glufosinate, utilizado em doses reduzidas, não afetou o teor de N, porém, em alguns casos,

afetou o conteúdo de clorofila e, na dose de 80 g ha⁻¹, promoveu aumento do teor de N no tecido.

Mascarenhas (2004) testou a aplicação no mesmo dia de uréia e mesotrione + Atrazina + óleo, em Jequitibá, MG. Foi observado que para os híbridos de milho BRS 1010, BRS 3151 e DOW 8550, apesar da fitotoxicidade inicial, não houve reduções de rendimento, com relação a testemunha capinada. Um ensaio, com o objetivo de estudar possíveis interações fitotóxicas entre herbicidas e adubos nitrogenados, foi realizado em Piracicaba (SP) e foram observados efeitos fitotóxicos iniciais, para as aplicações de uréia e os herbicidas mesotrione, nicosulfuron, iodosulfuron+foramsulfuron e atrazina no mesmo dia. O mesmo resultado foi observado para sulfato de amônio (Nicolai, et al. 2004).

2.5 Interação de herbicidas utilizados na pós-emergência da cultura de milho e inseticidas utilizados para controle da *Spodoptera frugiperda*

2.5.1 Lagarta-do-catucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura de milho

Segundo Cruz (2003), a principal praga da cultura do milho é a lagarta-do-catucho, por atacar todos os estágios de desenvolvimento da planta e ocorrer de forma generalizada, no entanto, a fase mais crítica ocorre entre a quarta e oitava folha do milho. A redução nos rendimentos de grãos da cultura devido ao ataque dessa praga varia de 17,7 a 55,6% de acordo com o estágio de desenvolvimento e dos genótipos do milho (Willink et al., 1991).

O adulto *Spodopetera frugiperda* apresenta coloração pardo-escura nas asas posteriores, medindo 30 a 40 mm de envergadura. A fêmea realiza a postura em massas, com uma média de 150 ovos por massa, sobre as folhas. O período de incubação dos ovos é de aproximadamente 3 dias. Logo após a eclosão, as lagartas alimentam-se da própria casca do ovo, entrando em repouso por umas 10 horas após esta primeira alimentação. Ao encontrarem o

hospedeiro adequado elas começam a consumir tecidos verdes, iniciando pelas áreas mais suculentas e deixando apenas a epiderme membranosa, o que provoca o sintoma conhecido como folha “raspada”. À medida que as lagartas crescem começa a aparecer orifícios nas folhas ou plântulas cortadas ao nível do solo, podendo causar severos danos nas plantas mais jovens, com menos de 30 cm de altura, ou até levá-las a morte, reduzindo a densidade de plantas por área. As lagartas vivem de 2 a 4 semanas, e quando totalmente desenvolvidas medem 40 mm de comprimento. Apresentam três pares de pernas no tórax e 5 partes de pernas falsa no abdômen. A coloração da lagarta varia de pardo-escuro a preta, algumas vezes esverdeada. Sobre o dorso há três estrias finas longitudinais branco-amareladas. Na lateral do corpo e abaixo da estria dorsal aparece uma faixa mais larga de coloração parda-escuro ou preta e, abaixo desta, uma faixa irregular branco-amarelada com desenhos avermelhados. A cabeça tem coloração parda-escuro a preta, com sutura epicranial em forma de “Y” invertido e bordos de coloração branco bem distintos, sendo menor que o tórax. A fase de pupa é passada no solo ou sob restos culturais, durante um período de 10 a 12 dias (Silva, 2000).

Esta lagarta se constitui no principal inseto que ataca a parte aérea do milho, especialmente naquelas áreas semeadas a partir de novembro e que enfrentam os períodos de estiagem. A presença de lagartas no interior do cartucho é sinalizada pela quantidade de excrementos ainda frescos encontrados no interior da planta (Silva, 1998).

2.5.2 Mecanismo de ação de inseticidas utilizados na cultura de milho

Os inseticidas atuam sobre os organismos vivos através do bloqueio de algum processo fisiológico ou bioquímico; contudo, o seu exato mecanismo de ação é geralmente difícil de ser definido. O principal alvo de ação dos inseticidas tem sido o sistema nervoso, devido à sua alta eficácia e rápida resposta que proporcionam no controle de pragas (Ware, 1989). Nos últimos anos, uma grande preocupação tem sido dada para os efeitos adversos de

pesticidas sobre a saúde e o meio ambiente, o que tem direcionado ao desenvolvimento de moléculas com maior seletividade a organismos não-alvos (inimigos naturais, polinizadores, mamíferos, aves, peixes, etc.) e menor persistência no ambiente (Omoto, 2000). Além disso, com a evolução da resistência de pragas a pesticidas, a busca de novos sítios de ação para inseticidas tem merecido grande atenção, sendo o conhecimento do mecanismo de ação de inseticidas tem sido fundamental em programas de manejo de resistência de pragas (Georghiou & Lagunes-Tejeda, 1991). Os principais grupos de ação de inseticidas são os neurotóxicos, os reguladores de crescimento de insetos e inibidores da respiração celular. Entre os neurotóxicos estão os inseticidas que atuam na transmissão axônica, como os piretróides e os inseticidas que atuam na transmissão sináptica, como os organofosforados e os neonicotinóides (Omoto, 2000).

Os piretróides (deltametrina, cipermetrina, lambdacyhalothrina, etc.) atuam principalmente nos canais de sódio (Na) das células nervosas do sistema nervoso central e periférico dos insetos (Bloomquist, 1998). Os canais de Na se abrem no momento da transmissão de um impulso nervoso e se fecham imediatamente após a despolarização da célula nervosa. Esses inseticidas se posicionam em algumas unidades dos sítios de ligação dos canais de Na de tal modo que estes permanecem abertos por um maior tempo, prolongando-se assim o período de influxo de Na após um potencial de ação. Com isso, potenciais de ação repetitivos são desencadeados e os insetos morrem devido a hiperexcitabilidade provocada por estes inseticidas. Os piretróides atuam apenas nos canais de Na abertos no momento da despolarização da membrana do axônio (Omoto, 2000).

Os inseticidas do grupo dos organofosforados (malation, clopirifós, triazofós, etc.) inibem a ação da acetilcolinesterase. Esta enzima apresenta dois sítios distintos conhecidos como esterático e aniônico que servem como pontos de ligação para a acetilcolina. As moléculas dos inseticidas organofosforados apresentam uma conformação estrutural que permite o encaixe no sítio

esterático da acetilcolinesterase através do grupamento fosfato. Ao contrário da acetilcolina que é prontamente hidrolizada com a acetilação, a hidrólise da enzima fosforilada ocorre de maneira lenta. Sendo assim, há acúmulo de moléculas de acetilcolina na sinapse levando à hiperexcitação do sistema nervoso (Omoto, 2000).

Os neonicotinóides (thiametoxan, imidacloprid e etc.) atuam como a acetilcolina. Eles se ligam nos receptores nicotínicos da acetilcolina localizados no neurônio pós-sináptico. Ao contrário da acetilcolina que é hidrolizada pela acetilcolinesterase, os neonicotinóides não são degradados imediatamente. Portanto, os impulsos nervosos são transmitidos continuamente levando a hiperexcitação do sistema nervoso, paralizando o inseto, levando-o a morte (Omoto, 2000).

2.5.3 Interação entre herbicidas e inseticidas usados na pós-emergência de milho

A utilização de inseticidas é uma prática comum na cultura de milho, onde a frequência de aplicação pode ser de uma até várias. Algumas dessas aplicações podem coincidir com a aplicação dos herbicidas em pós-emergência. Devido a essa prática, questionamentos têm sido freqüentes por parte dos produtores de milho (López-Ovejero, 2003). Vários trabalhos relatam a interação negativa entre herbicidas pertencentes ao grupo dos inibidores da ALS (nicosulfuron, foramsulfuron + iodosulfuron) com inseticidas fosforados na cultura de milho. Efeitos fitotóxicos severos de nicosulfuron foram observados quando terbufós foi aplicado no sulco de plantio (Morton et al., 1991). Quando foram utilizados os inseticidas chloripirifos, tefluthrin e carbofuran os efeitos foram pouco significativos quando comparado ao terbufós e phorate (Morton, 1994). Uma explicação para esse fenômeno é que os metabólitos do terbufós na planta de milho inibem a citocromo P-450, responsável pela metabolização do nicosulfuron, sendo assim, o mesmo se acumula provocando injúrias. O chloripirifos inibe a enzima em menor intensidade que o terbufós (Baerg &

Barrett, 1993). Vários fatores afetam a interação potencial entre as duas classes de defensivos. No caso dos inseticidas, talvez o fator mais importante seja a forma como eles são absorvidos e translocados dentro da planta de milho. O terbufós é o inseticida mais sistêmico quando comparados a outros aplicados no solo, sendo assim, esse inseticida apresenta alto risco de interação. Outros fatores que influenciam a interação de inseticidas aplicados no solo e herbicidas incluem o método de aplicação, a formulação, tipo de solo (teor de matéria orgânica) e a precipitação (Hartzler, 2003). Com isso, se recomenda, um intervalo de 7 a 10 dias entre as aplicações dos herbicidas inibidores da ALS e de inseticidas organofosforados (Peixoto & Ramos, 2002).

Estudos realizados nos Estados Unidos da América do Norte evidenciaram o efeito de inseticidas fosforados no aumento de sensibilidade de alguns cultivares de milho aos herbicidas atrazina e nicosulfuron (Diehl & Stoller, 1990). Em 2001, na região de Passo Fundo, RS, os problemas com percevejos em milho aconteceram de forma generalizada, o que levou os produtores a adicionar inseticidas fosforados nas caldas de pulverização dos herbicidas nicosulfuron e atrazina, causando redução da capacidade de metabolização deste herbicidas pelos híbridos de milho. Em Espumoso, RS, a aplicação da mistura de monocrotofós (200 g i.a./ha) + atrazina (1500 g i.a./ha) + nicosulfuron (16 g i.a./ha) + óleo mineral (1v/v%), em pós-emergência, resultou em severa fitotoxicidade, visível até 20 dias após a aplicação da mistura (Gassen, 2002).

Em experimentos conduzidos por Moraes et al. (2002) e Caetano et al. (2002) mostraram que a mistura de (em g ha⁻¹): atrazine (2500); atrazine + simazine (1200 + 1200), atrazine + alachlor (1560 + 1560), atrazine + óleo vegetal (2000 + 1500) e os inseticidas novalorun (15 g ha⁻¹) e cypermotrina (25 g ha⁻¹) não mostraram antagonismo, sendo que o controle das espécies daninhas e da *Spodoptera frugiperda* não diferiram das aplicações dos herbicidas e inseticidas isolados.

Em experimento conduzido em Viçosa, MG, avaliou-se os efeitos da mistura de tanque entre o herbicida nicosulfuron e o inseticida clorpirifós sobre a cultura do milho híbrido P30F80, as plantas daninhas *Brachiaria decumbens* e *Ipomoea grandifolia*, e a lagarta-do-cartucho. A mistura de clorpirifós com nicosulfuron a 20, 30 e 40 g i.a.ha⁻¹, reduziu a produção de grãos, e interferiu negativamente no controle de *Ipomoea grandifolia*. Não foi observada interferência no controle da lagarta (Silva et. al., 2004). Em experimento conduzido por Felippi et. al. (2004), as misturas de tanque entre iodosulfuron + foransulfuron (45+3 g i.a.ha⁻¹) e clorpirifós provocaram sintomas de fitotoxicidade e reduziram o rendimento de grãos do milho AG 3010. Não foi verificada a interação fitotóxica entre atrazina e clorpirifós para o híbrido citado.

2.6 Eficácia dos herbicidas utilizados na cultura de milho

Além da seletividade, para obter sucesso no controle de plantas daninhas, é importante observar a eficácia dos herbicidas sobre as mesmas. As plantas daninhas podem ser agrupadas, de forma simples, em duas classes: as gramíneas e as folhas largas. Existem herbicidas com ação específica em cada uma dessas classes, bem como aqueles de ação mais ampla sobre as duas classes, embora apresentem menor eficácia, de modo absoluto em uma dessas classes. Nisso reside, em parte, a decisão quanto a escolha do herbicida a ser utilizado em função da infestação esperada.

As plantas daninhas gramíneas mais freqüentes encontradas nas áreas de plantio de milho são: *Digitaria horizontalis* (capim colchão), *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Panicum máximum* (capim colônia) e *Sorgum halepense* (capim-massambará) e as de folha larga são *Amaranthus* spp. (caruru), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Ipomea* spp. (corda de viola), *Portulaca oleracea* (beldroega), *Acanthospermum hispidum* (carrapicho-de carneiro), *Euphorbia heterophylla* (amendoim-bravo), *Sida rhombifolia* (guanxuma), *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Commelina* sp. (trapoeraba),

Richardia brasiliensis (poaia-branca), *Galinsoga parviflora* (picão branco), entre outras.

A aplicação ocorre após a emergência da cultura e/ou das plantas daninhas. Na cultura de milho os herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura estão sendo adotados pelos produtores, pelas vantagens que os mesmos apresentam quando comparados aos pré-emergentes, tais como: permitem escolher o herbicida em função das plantas daninhas que ocorrem na área; independem do preparo de solo, teor de argila e matéria orgânica (Ruedell, 1991). No caso de herbicidas seletivos, é realizada em cobertura total sobre a cultura e as plantas daninhas, em aplicação única ou seqüencial. Na aplicação seqüencial, a primeira aplicação faz-se com as plantas daninhas no estágio inicial de desenvolvimento (gramíneas com uma a duas folhas definitivas e as espécies de folha largas até duas folhas definitivas) e, a segunda, oito a quatorze dias após. Em ambas as aplicações, utiliza-se metade da dose usual do produto. Acontece, por vezes, a primeira ser suficientemente eficaz, de modo a dispensar a segunda. Com essa estratégia, o produtor pode optar entre repetir o produto da primeira aplicação, mudar de ingrediente ativo, ou não aplicar, dependendo das espécies, e da densidade de infestação. No caso de herbicidas de ação total ou não-seletiva, é realizada em jato dirigido às plantas daninhas ou, se for o caso, sobre o solo, de modo a obter o máximo de contato com elas, ou distribuição na superfície do solo e nenhum contato com a cultura. Em ambos os casos, devem ser seguidas rigorosamente as especificações técnicas de uso de cada herbicida, tais como estágio de desenvolvimento das diferentes espécies de plantas daninhas, dose utilizada, tipo de solo, além de outras observações particulares de uso de cada produto (López-Ovejero et al., 2003).

Atualmente, a modalidade de pós-emergência é subdividida em (Fancelli & Dourado-Neto, 2000): i) pós-emergência precoce, quando as plantas daninhas de folhas largas apresentarem até 2 folhas e as gramíneas ainda não perfilhadas; ii) pós-emergência inicial, quando as plantas daninhas de folhas

largas apresentarem 2 a 4 folhas e gramíneas evidenciando o primeiro perfilho; iii) pós-emergência normal, quando as plantas daninhas de folhas largas apresentarem 4 a 6 folhas e as gramíneas apresentam de 1 a 3 perfilhos; iv) pós-emergência tardia ou jato dirigido, quando as plantas de milho apresentarem 7 a 10 folhas definitivas.

2.6.1 Herbicidas inibidores da ALS

Entre os produtos utilizados nessa modalidade, estão o nicosulfuron (Sanson) e o foramsulfuron + iodosulfuron (Equip Plus) para controle de gramíneas e folhas largas. A ocorrência de chuvas uma a duas horas após a aplicação não afeta a eficiência desses produtos, e os mesmos podem ser aplicados em área total, em dose única ou seqüencial, isolados ou em mistura com atrazina.

A dose recomendada de nicosulfuron é de 1,25 a 1,50 L ha⁻¹ (50 a 60 g i.a.ha⁻¹). Para nicosulfuron não se adiciona adjuvante à calda. A dose recomendada para as folhas estreitas até o perfilhamento é de 1,25 Lha⁻¹ e até 2 perfilhos de 1,50 Lha⁻¹. Para as folhas largas de 2 a 4 folhas aplicar 1,25 Lha⁻¹ e de 4 a 6 folhas 1,50 Lha⁻¹. Para capim-colchão até perfilhamento, trapoeraba e amendoim-bravo entre 2 a 4 folhas definitivas aplicar 1,50 Lha⁻¹. O nicosulfuron pode ser aplicado em mistura com atrazina para maior espectro de controle (1+2 Lha⁻¹)

Carpinetti et al. (1993), com o objetivo de avaliar a eficiência do nicosulfuron no controle de plantas daninhas, conduziram um ensaio em Santo Antônio de Posse (SP). O ingrediente ativo foi testado nas doses de 60 e 80 g i.a.ha⁻¹, sendo feitas avaliações aos 7, 21, e 42 dias após a aplicação. As dicotiledôneas apresentavam de 2-4 folhas e as monocotiledôneas até 3 perfilhos. No caso das monocotiledôneas, nicosulfuron foi testado em *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crusgalli*, *Eleusine indica*, *Eragrotis pilosa*, *Pennisetum setosum* e *Sorghum arundinaceum*. Dentro deste grupo de gramíneas, com exceção da *D.*

sanguinalis, todas foram controladas eficientemente (acima de 95%) com 60 gi.a.ha⁻¹, nos estádios citados anteriormente; sendo que, nesta pode haver uma pequena rebrota em condições de seca após a aplicação, sendo nesse caso necessário a dose de 80 gi.a.ha⁻¹. Com relação as dicotiledôneas, foram estudados os controles de: *Acanthospermum hispidum*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus* sp., *Bidens pilosa*, *Casia occidentalis*, *Commelina benghalensis*, *Desmodium purpureum*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea acuminata*, *Ipomoea aristolochiaefolia*, *Nicandra physaloides*, *Raphanus raphanistrum*, *Sida rhombifolia* e *Richardia brasiliensis*. Com a dose de 60 gi.a.ha⁻¹ o controle só ficou abaixo dos 90% em *C. benghalensis*, *I. acuminata*, *I. aristolochiaefolia* e *S. rhombifolia*. Aumentando-se a dose para 80 gi.a.ha⁻¹, o controle de *I. acuminata*, *I. aristolochiaefolia* e *S. rhombifolia* cresceu para 80%, enquanto que a *C. benghalensis* permaneceu em torno de 50%, visto que o produto não controlou mais as novas emergências dessa planta daninha.

Dario et al. (1993) visando avaliar a praticabilidade e a eficiência agrônômica do herbicida nicosulfuron sobre plantas daninhas na cultura do milho, instalou um ensaio em Cosmópolis (SP) com o híbrido AG 401. O produto foi aplicado nas doses de 40, 50, 60 e 80 gi.a.ha⁻¹, em pós-emergência inicial (plantas daninhas com 2 - 4 folhas); 50, 60 e 80 60 gi.a.ha⁻¹ em pós-emergência tardia (plantas daninhas com 6 folhas). As avaliações foram realizadas aos 14, 28 e 42 dias após aplicação (DAA). Nas condições do presente ensaio, o nicosulfuron nas quatro doses testadas em pós-emergência inicial, apresentou excelente controle de caruru, capim pé-de-galinha e capim-colchão nas três épocas avaliadas; no controle de trapoeraba, a maior dose testada, 80 gi.a.ha⁻¹ foi eficiente nas três épocas avaliadas, enquanto que as doses (50 e 60 gi.a.ha⁻¹), foram eficientes á partir dos 28 DAA, e a menor dose, 40 gi.a.ha⁻¹ não apresentou eficiência satisfatória. Nicosulfuron nas três doses testadas em pós-emergência tardia, apresentou excelente controle de caruru nas três épocas avaliadas e de trapoeraba, capim-colchão e capim-pé-de-galinha à partir dos 28 DAA.

O herbicida, cujo nome comercial é Equip Plus, contém dois ingredientes ativos: foramsulfuron (300 g.kg^{-1}) para o controle de gramíneas e iodosulfuron (20 g.kg^{-1}) para controle de folhas largas, nas doses de 120 ($36,0 + 2,4$) a 150 ($45,0 + 3,0$) g de p.c.ha⁻¹. As plantas daninhas devem apresentar de 2 a 6 folhas para folhas largas e entre uma folha até um perfilho para as gramíneas, devendo-se utilizar doses maiores quando as daninhas estiverem mais desenvolvidas. É fundamental a utilização de adjuvante (Hoefix a 0,5% v/v), bem como a observação da operação de preparo da calda, certificando-se que o herbicida foi totalmente diluído.

Na safra 2001/2002 foram conduzidos diversos ensaios para avaliar a eficácia do herbicida foramsulfuron + iodosulfuron na cultura de milho. Adoryan et al. (2002) concluiu que as doses de 120, 130 e 150 gha⁻¹ foram eficientes no controle de *Bidens pilosa* (30 plm⁻², BIDPI); *Brachiaria plantaginea* (78 plm⁻², BRAPL); *Digitaria horizontalis* (53 plm⁻², DIGHO) e *Euphorbia heterophylla* (25 plm⁻², EPHHL) quando as mesmas se encontravam com 3 folhas a 1 perfilho. Almeida et al. (2002), concluíram que o herbicida na dose de 150 gha⁻¹ foi eficiente (>95%) no controle das plantas daninhas BRAPL (até 1 perfilho, 19 plm⁻²); *Cenchrus echinatus* (até 1 perfilho, 15 plm⁻², CCHEC) e BIDPI (2 a 4 folhas, 11 plm⁻²). Para Carvalho et al. (2002), o herbicida na dose de 150 gha⁻¹ foi eficiente no controle de BIDPI, *Commelina benghalensis* (COMBE) e DIGHO. Na mesma dose, Contiero et al. (2002) concluiu que o herbicida foi eficiente no controle de EPHHL (59 plm⁻²); *Sida rhombifolia* (23 plm⁻², SIDRH), BIDPI (25 plm⁻²) e BRAPL (33 plm⁻²). O herbicida nas doses de 120 e 150 g ha⁻¹ foi eficiente no controle de BIDPI, *Richardia brasiliensis* (RCHBR) e *Ipomoea grandifolia* (IAGOR) (Dornelles et al. 2002). Para as gramíneas como *Eleusine indica* (ELEIN) e DIGHO de 2 a 4 perfilhos, Equip Plus a 130 e 150 g ha⁻¹ atingiu controles de 95% para ambas (Pinto et al., 2002; Franco, 2002).

2.6.2 Herbicidas inibidores da biossíntese de caroteno

O mesotrione é um herbicida aplicado em pós-emergência, sendo a molécula bastante ativa sobre espécies dicotiledôneas mesmo a doses baixas (120-144 g i.a.ha⁻¹). Apresenta também atividade sobre capim-colchão e trapoeraba (*C. benghalensis*). A combinação de mesotrione + atrazina pode ser recomendada para controle de mono e dicotiledôneas (Bachiega & Soares, 2002). Os sintomas envolvem branqueamento das plantas daninhas sensíveis com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais em cerca de 1 a 2 semanas.

Em pesquisa conduzida por Osipe et al. (2002b) os resultados mostraram que o herbicida mesotrione a 120 a 144 g i.a.ha⁻¹; mesotrione + atrazina a 144 + 1500 e 1200 + 2000 g i.a.ha⁻¹; aplicados em pós-emergência são seletivos a cultura de milho (Híbrido 8452), e também apresentam eficácia e praticabilidade no controle de *B. plantaginea*. Conclui-se também, que a mistura mesotrione + atrazina a 0,30 + 3,0 e 0,25 + 4,0 apresentou eficácia no controle de *C. benghalensis* e *B. pilosa*. Para Foloni (2002) o herbicida mesotrione foi seletivo a cultura de milho não apresentando sintomas aparentes de fitotoxicidade, de redução no desenvolvimento (altura) ou estande e foi eficiente no controle de *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica*, *Brachiaria plantaginea* entre outras, nas doses de mesotrione a 120 e 144 (gi.a.ha⁻¹) com óleo mineral (0,5% v/v) e 120 + 1600 (mesotrione + atrazina). Para Zagonel (2002) a mistura de tanque de mesotrione + atrazina foi excelente para o controle de *Brachiaria plantagiена*, e quando isolado excelente para o controle de *Digitaria sp* e *Euphorbia heterophylla*.

3 INTERAÇÃO ENTRE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES E A ADUBAÇÃO COM FONTES NITROGENADAS, NA CULTURA DE MILHO (*Zea mays*)

Resumo

Durante o desenvolvimento, a cultura de milho passa por diversas etapas onde o manejo tem por objetivo manter sua sanidade e adequada nutrição. Por consequência do rápido desenvolvimento dos diferentes estádios fenológicos, estas etapas de manejo podem ocorrer em um curto intervalo de tempo, e a aplicação simultânea dos insumos pode ser necessária. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a possível interação entre os herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milho e os adubos nitrogenados utilizados em cobertura aplicados em diferentes intervalos de tempo em relação à aplicação dos herbicidas. Dois experimentos foram instalados em área pertencente à ESALQ/USP, na fazenda Areão, Piracicaba, SP, Brasil. O milho foi semeado em 02/02/2004 (safrinha), usando o híbrido Agromen AGN 2012 em sistema convencional. Ambos experimentos foram instalados utilizando o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial com quatro repetições. Os tratamentos foram consequência da combinação entre quatro níveis do fator herbicida: mesotrione (144 g ha^{-1}) + atrazine (1500 g ha^{-1}), foransulfuron + iodosulfuron ($45 + 3 \text{ g ha}^{-1}$), nicosulfuron (20 g ha^{-1}) + atrazine (1500 g ha^{-1}) e testemunha capinada; e quatro níveis do fator adubação: 7, 3 e 0 dias antes e 7 dias após a aplicação dos herbicidas perfazendo 16 tratamentos. No experimento I foi utilizada uréia incorporada (150 kg ha^{-1}) e no experimento II, sulfato de amônio (300 kg ha^{-1}) a lanço. Os herbicidas foram aplicados quando a cultura apresentava quatro folhas completamente expandidas, utilizado

pulverizador costal pressurizado por CO₂, bicos do tipo leque Teejet XL 11002 VS, com consumo de calda de 200 L ha⁻¹. As variáveis estudadas foram: fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 Dias Após a Aplicação dos herbicidas (DAA), altura por ocasião do florescimento, peso de 1000 grãos e rendimento (t ha⁻¹). Os dados foram analisados estatisticamente através da aplicação do teste F sobre a análise da variância seguida de teste Tukey para comparação das médias. Com o híbrido e nas condições em que os experimentos foram conduzidos, não houve interação significativa entre os herbicidas e fontes nitrogenadas utilizadas. Foram observados efeitos fitotóxicos iniciais na cultura de milho, no entanto, não houve diferenças estatísticas para altura de planta, rendimento e massa de 1000 grãos.

INTERACTION BETWEEN POSTEMERGENCE HERBICIDES AND DIFFERENT SOURCES OF NITROGEN FERTILIZATION AT CORN CROP (*Zea mays*)

Summary

During the development corn crop (*Zea mays*), goes through various management phases that have the objective of keeping its sanity and adequate nutrition. As a consequence of the fast life cycle of this crop, these management phases may happen in a short time interval and the simultaneous application of necessary resources may provoke plant phytotoxicity, fact that is observed in field conditions by growers and researchers. This phenomenon may happen, for example, with the application of postemergence herbicides and covering fertilization with nitrogen sources, due to fitotoxic interaction caused by the simultaneous assimilation of both resources. The objective of this work was to verify the occurrence of interaction between the principal postemergence herbicide application for the corn crop, at different timing in relation to nitrogen covering fertilization using incorporated urea or ammonium sulfate in broadcast application. Two experiments were installed in area of ESALQ/USP, at Areao

farm, Piracicaba city, São Paulo state, Brazil. The off-season maize was sown at February 2nd, 2004, using the hybrid Agromen AGN 2012 in conventional system. Both experiments were installed using the design of randomized blocks, with four replicates and 16 treatments. The treatments are consequence of a factorial interaction between four levels of the factor herbicide: mesotrione (144 g ha^{-1}) + atrazine (1500 g ha^{-1}) + Assist 0,5%, foransulfuron + iodosulfuron ($45 + 3 \text{ g ha}^{-1}$) + Hoefix 0,5%, nicosulfuron (20 g ha^{-1}) + atrazine (1500 g ha^{-1}) + Assist 0,5% and checks that were maintained without weeds during all the experiment; and four levels of the factor fertilization: 7, 3 and 0 days before and 7 days after the herbicides application. One experiment had the application of incorporated urea (150 kg ha^{-1}) as nitrogen source while in the other it was applied ammonium sulfate (300 kg ha^{-1}). The variables evaluated were: phytotoxicity at 7, 14, 21 and 28 Days After the herbicides Application (DAA), height at flowering and yield (t ha^{-1}) corrected to 14% of humidity. Data were analyzed statistically through F test at variance analyzes followed by Tukey test ($\alpha=0,05$) to compare the means. In the conditions that the experiments were conducted there were not observed significant yield reductions linked to damages caused by the interaction of cited herbicides and the nitrogen sources of both experiments.

3.1 Introdução

O uso de herbicidas pós-emergentes na cultura do milho surgiu e se fortaleceu como uma ferramenta para o controle de plantas daninhas nos últimos dez anos (Christoffoleti & Mendonça, 2001). A utilização destes agroquímicos necessita da observação de alguns fatores que interferem na seletividade dos mesmos, pois quando negligenciados podem gerar danos fitotóxicos à cultura, resultando, muitas vezes, em redução no rendimento da cultura. Dentre os fatores que devem ser observados destacam-se os híbridos e variedades recomendadas para tratamento com o herbicida, a dose para cada híbrido ou variedade, a aplicação no estágio fenológico recomendado da cultura

e evitar as adições à calda de pulverização de substâncias diferentes dos herbicidas, bem como a sobreposição de diferentes etapas do manejo da cultura (López-Ovejero et al., 2003).

Para a cultura de milho, existe a recomendação que deve ser observado um intervalo de aplicação de 7 a 10 dias para o caso de alguns herbicidas e de adubos nitrogenados (Peixoto & Ramos, 2002, López-Ovejero et al. 2003). O nitrogênio presente nos solos ou fornecido via fertilização é absorvido como amônio ou nitrato. Subseqüentemente, o N é incorporado para formar ácido glutâmico por uma seqüência de reações catalisadas por enzimas como a glutamina sintetase (GS) e glutamato sintetase (GOGAT) e, no caso de a absorção ocorrer na forma nítrica, também pela nitrato redutase (NR) e nitrito redutase (NIR), enzimas que mediam a redução do NO_3^- (Lea, 1993). A maioria destas enzimas é dependente do suprimento de energia via NAD(P)H ou ferredoxina (Huppe & Turpin, 1994).

Foi demonstrado por Devine et al. (1993) que determinados herbicidas influenciam algumas rotas metabólicas em culturas, direta ou indiretamente relacionadas ao metabolismo de N. No caso de herbicidas do grupo químico das triazinas, a atividade do fotossistema II (FSII) é inibida pelo fato de ocorrer a substituição da ligação plastoquinona com a quinona b (Q_b). Estudos mostraram que atrazine substitui a forma oxidada da plastoquinona e ocupa o local de ligação específico no receptor Q_b na proteína D_1 (Kleckowski, 1993). Desse modo, como a molécula do herbicida está reduzida, não estando apta a receber elétrons, sua ligação bloqueia efetivamente o fluxo de elétrons, inibindo a fotossíntese.

Fleck, et al. (2001) testou os efeitos dos herbicidas atrazina e amônio-glufosinate na absorção do nitrogênio pelas plantas e os efeitos que exercem em características de plantas de milho. A partir dos resultados obtidos, constatou-se que a aplicação de nitrogênio em cobertura do milho utilizando diferentes fontes (uréia e nitrato de amônio) promoveu aumento na maioria dos componentes do rendimento incrementando em até 35% o rendimento de

grãos. Não ocorreu interação entre os herbicidas e as fontes de nitrogênio. O uso destes herbicidas, em doses reduzidas (abaixo das recomendadas), aplicados isoladamente ou combinados, não afetou o rendimento de grãos, nem os componentes do rendimento da cultura do milho. O herbicida atrazina teve pequena influência nos teores de clorofila e de N em milho, mas, em algumas situações, sua ação foi favorável, especialmente quando usada na dose recomendada, ou mesmo isoladamente. O amônio-glufosinate, utilizado em doses reduzidas, não afetou o teor de N, porém, em alguns casos, afetou o de clorofila e, na dose de 80 g ha^{-1} , promoveu aumento do teor de N no tecido.

Normalmente, em culturas anuais, ocorre a aplicação de uma pequena quantidade de nitrogênio por ocasião da semeadura, e uma quantidade maior, posteriormente, em cobertura, quando o sistema radicular já estiver suficientemente desenvolvido para absorver o nutriente aplicado. A aplicação de cobertura ocorre aproximadamente quando a cultura de milho apresenta de 3 a 5 folhas completamente expandidas (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). A uréia exige especial atenção, pela possibilidade de perdas por volatilização, o que remete a necessidade de incorporação (Vitti, et. al. 1984). Sendo assim, pode ocorrer a aplicação de herbicidas e a realização da cobertura nitrogenada em um intervalo muito curto de tempo.

Dentro desse contexto foi proposta esta pesquisa com o objetivo de estudar a possível interação entre os herbicidas aplicados na pós-emergência da cultura do milho e os adubos nitrogenados utilizados em cobertura aplicados em diferentes intervalos de tempo em relação à aplicação dos herbicidas.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Local, cultura e condições gerais dos experimentos

A área experimental, onde foi realizado o trabalho, pertence à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e situa-se no município de Piracicaba, SP (Longitude $47^{\circ}38'00''\text{O}$; Latitude $22^{\circ}42'30''\text{S}$), na Fazenda Areão.

A semeadura do milho, do tipo “safrinha”, ocorreu em área sem irrigação, com preparo de solo convencional, solo este classificado como nitossolo vermelho eutroférico latossólico, textura argilosa, apresentando a seguinte análise química:

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental, 2003

pH	M.O.	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³										%
5,5	24	44	28	9,5	67	31	0	28	107	135	79	0

S = NH₄ OAc 0,5 N em HOAc 0,25N (10 ml TFSA/25 ml). Análise realizada pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP.

O híbrido utilizado foi o AGN 2012, da empresa Agromen, da safra 2003, do tipo duplo, semi-precoce, com grão semi-duro, de cor amarelo-laranja e soma térmica de 825 °C dia⁻¹, semeado com uma máquina pneumática, objetivando-se 60.000 plantas por hectare, após desbaste. A adubação foi baseada na análise do solo e nas recomendações do Boletim 100 (6 e 8 t ha⁻¹), e contou com 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16 (Raij & Cantarella, 1996). A semeadura ocorreu em 02/02/04, a germinação em 07-08/02/04 e o desbaste em 14/02/04.

Durante a realização do experimento, as médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, bem como a ocorrência de precipitações, as medidas de radiação solar global m⁻², foram registradas pelo posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ-USP. Na tabela 2 estão as medidas e os totais mensais.

Tabela 2. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e totais mensais de precipitação e radiação solar global total

MÊS / 2004	TMED¹ (°C)	UR MED² (%)	Rad.Glob.³ (MJ m⁻²d⁻¹)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Fevereiro	22,8	80,2	549,2	193,7
Março	22,4	78,3	595,2	79,0
Abril	22,0	80,9	473,2	87,7
Mai	17,7	89,2	361,9	107,9
Junho	17,0	87,1	327,1	50,6
Julho	16,8	85,7	347,4	77,4
Total	-	-	2653,9	596,3

¹ - Temperatura média do mês; ² - Umidade relativa do ar do mês; ³ - Radiação Solar Global total no mês

3.2.2 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos utilizados no experimento foram consequência da interação fatorial entre quatro níveis do fator herbicida: mesotrione + atrazina (trekitona + triazina), nicosulfuron + atrazina (sulfoniluréia + triazina), foransulfuron + iodosulfuron (sulfoniluréia) e testemunha capinada durante todo o experimento; e quatro níveis do fator fertilizante nitrogenado na cobertura: 7 DAA (Dias Antes da Aplicação dos Herbicidas), 3 DAA e 0 DAA e 7 DApA (Dias Após a Aplicação dos Herbicidas) sendo uréia no experimento I e Sulfato de amônio no experimento II. A descrição detalhada dos tratamentos bem como dos produtos comerciais usados no experimento constam da tabela 3.

Tabela 3. Características dos produtos utilizados no experimento

Herbicidas			Dose	
Nome comum	Nome comercial	For ⁵	i.a. ³ (g ha ⁻¹)	p.c. ⁴ (ml ou g ha ⁻¹)
1. Testemunha capinada	-	-	-	-
2. mesotrione + atrazina ¹	Callisto + Gesaprim	SC + SC	120 + 1500	300 + 3000
3. nicosulfuron + atrazina ¹	Sanson + Gesaprim	SC + SC	20 + 1500	500 + 3000
4. foramsulfuron + iodosulfuron ²	Equip Plus	GRDA	45 + 3	150
Fertilizante			Dose	
Fonte nitrogenada (Ensaio 1)	% N	Forma de aplicação	kg ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
1. Uréia 7 DAA dos herbicidas ⁶	45	Incorporada	150	67,5
2. Uréia 3 DAA dos herbicidas ⁶	45	Incorporada	150	67,5
3. Uréia 0 DAA dos herbicidas ⁶	45	Incorporada	150	67,5
4. Uréia 7 DApA dos herbicidas ⁷	45	Incorporada	150	67,5
Fonte nitrogenada (Ensaio 2)				
1. SA ⁸ 7 DAA dos herbicidas ⁶	21	Lanço	300	63,0
2. SA ⁸ 3 DAA dos herbicidas ⁶	21	Lanço	300	63,0
3. SA ⁸ 0 DAA dos herbicidas ⁶	21	Lanço	300	63,0
4. SA ⁸ 7 DApA dos herbicidas ⁷	21	Lanço	300	63,0

¹ Adição de Assist a 0,5%; ² Adição de Hoefix a 1,0 Lha⁻¹, ³ ingrediente ativo; ⁴ produto comercial; ⁵ Formulação: SC - solução concentrada e GRDA - Grânulos Dispersíveis em Água, ⁶ DAA - dias antes da aplicação, ⁷ SC - DApA - dias após da aplicação, ⁸ SA - Sulfato de amônio.

As unidades experimentais usadas no experimento constavam de cinco linhas da cultura por quatro metros de comprimento, o que totalizava 16 m², sendo o espaçamento de 0,8m. As parcelas foram mantidas sem a presença de plantas daninhas durante todo o experimento através de capinas manuais. Foram realizadas também duas aplicações de delthametrina a 5 g ha⁻¹ para o controle de lagarta-do-catucho (*Spodoptera frugiperda*), sendo a primeira quando a cultura apresentava duas folhas verdadeiras e a segunda com 8 folhas verdadeiras.

3.2.3 Metodologia de Aplicação

O equipamento usado para a aplicação dos herbicidas pós-emergentes foi um pulverizador costal pressurizado por CO₂, com pressão constante de 2,5 bar. A barra de aplicação contava com quatro bicos do tipo leque, modelo Teejet XL 11002 VS. O volume de calda aplicado foi de 200 L ha⁻¹ e o estágio de desenvolvimento do milho, na ocasião da aplicação, era de quatro a cinco folhas verdadeiras. A aplicação dos tratamentos herbicidas, ocorreu no dia 23/02/2004 entre as 09:30h e as 11:30h, a velocidade do vento oscilava entre 4 e 6 km/h, temperatura de 20°C, umidade relativa do ar de 92% e o céu parcialmente encoberto, com aproximadamente 15% de nuvens. As informações são válidas para ambos os experimentos.

Para a aplicação dos adubos nitrogenados, no experimento I foram calculadas as quantidades necessárias de uréia para cada parcela, de forma que em cada rua da parcela foi aplicada uma quantidade fixa de adubo, garantindo a uniformidade da distribuição do adubo. Essa quantidade foi espalhada num sulco, a 10 cm de distância do caule das plantas de milho, com aproximadamente 5 cm de profundidade. Após a distribuição da uréia, o sulco foi fechado, caracterizando a adubação de cobertura incorporada. Para o ensaio II com sulfato de amônio, a porção correspondente as parcelas, foi aplicada a lanço, em área total.

3.2.4 Avaliações realizadas nos experimentos

As variáveis avaliadas foram: fitotoxicidade, altura das plantas de milho por ocasião do florescimento, peso de mil grãos e rendimento ($t\ ha^{-1}$).

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 Dias Após a Aplicação (DAA) através da porcentagem de danos causados à morfologia das plantas de milho, quanto a lesões necróticas, deformadoras e cloróticas, bem como quanto a redução de crescimento. Foram realizadas observações visuais, sendo que administrou-se a nota 0 para plantas normais, iguais à testemunha, e 100 para plantas mortas.

A medição de altura das plantas ocorreu aos 70 dias após emergência (florescimento), medindo-se dez plantas por parcela, do nível do solo à base da panícula de floração.

O rendimento foi obtido através da colheita das espigas da segunda e terceira linhas da parcela, em seus 3 metros centrais, totalizando-se uma área útil de $4,8\ m^2$, em 23/06/2004. As espigas foram contadas e pesadas, em seguida foram despalhadas e debulhadas mecanicamente, de forma a separar os grãos de cada parcela, os quais foram pesados. Nesse momento cada amostra teve sua umidade mensurada em porcentagem, a qual serviu para correção do peso total de grãos por parcela para 14% de umidade de grão. Ao mensurar-se a umidade das amostras também foi feita a pesagem de 1000 grãos, peso este que também foi corrigido para 14% de umidade.

3.2.5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 4×4 (quatro tratamentos herbicidas e quatro intervalos de aplicação da fonte nitrogenada utilizada em cobertura), totalizando 16 tratamentos para cada experimento. Os dados foram analisados estatisticamente através da aplicação do teste F sobre a análise da variância

seguida de teste Tukey para comparação das médias (5%). Os dados de porcentagem foram corrigidos, obedecendo o requisito de distribuição normal dos dados.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Experimento I - Interação entre herbicidas pós-emergentes e a adubação com uréia, na cultura de milho (*Zea mays*).

Constatou-se que, para fitotoxicidade, altura, peso de mil grãos e rendimento (tabelas 4 e 5), não houve interações significativas entre os tratamentos com herbicidas e os intervalos de aplicação da cobertura nitrogenada (uréia), evidenciando que todas os tratamentos herbicidas apresentaram comportamento semelhantes diante dos diferentes intervalos de aplicação da cobertura.

Foram observados diferenças significativas entre os tratamentos herbicidas para fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 DAA e para intervalos de aplicação da cobertura nitrogenada aos 7 DAA (Tabela 4). O tratamento de nicosulfuron + atrazina provocou os maiores efeitos fitotóxicos (12,2%), seguido do foramsulfuron + iodosulfuron (8,3%) e mesotrione + atrazina (2,7%). Os sintomas foram diminuindo no decorrer das avaliações, sendo que aos 28 DAA não foram praticamente perceptíveis, mostrando a grande capacidade que o híbrido utilizado apresenta em detoxificar as moléculas herbicidas utilizadas. Contudo, segundo López-Ovejero, 2000 e Damião-Filho, 1996, a evolução dos sintomas de fitotoxicidade até a aparente total recuperação das plantas de milho, ainda pode reservar reduções da produtividade final da cultura, já que o período de recuperação dos danos fitotóxicos pode reduzir o rendimento final.

Para a avaliação realizada aos 7 DAA, a aplicação da uréia no dia da aplicação dos herbicidas provocou os maiores valores de fitotoxicidade (9,0%), seguida pelo intervalo de 7 dias antes e após. Isso pode estar relacionado com

a maior disponibilidade do nitrogênio, já que a uréia, através da ação da urease, transforma-se espontaneamente em amônia (disponível), após aplicação.

Observou-se, para altura, rendimento e massa de mil grãos (Tabela 5), que não houve diferença entre os tratamentos herbicidas e entre os diferentes intervalos de aplicação da cobertura nitrogenada. Com os valores da altura das plantas no pendoamento, confirmou-se as observações das avaliações de fitotoxicidade, mostrando que independente de algumas lesões iniciais em função de cada tratamento, as plantas de milho foram capazes de metabolizar os herbicidas e absorver o nitrogênio, atingindo uma altura de pendoamento homogênea, sem diferenças estatísticas.

Tabela 4. Fitotoxicidade (%) resultante dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com uréia

Herbicida Nome comum	Dose g ha ⁻¹	Fitotoxicidade (%)			
		7 DAA ¹	14 DAA	21 DAA	28 DAA
mesotrione + atrazina	144 + 1500	2,75 a	3,23 b	0,94 ab	0,13 a
nicosulfuron + atrazina	20 + 1500	12,25 b	5,81 b	2,69 b	1,13 b
foramsulfuron + iodosulfuron	45 + 3	8,31 b	3,50 b	1,50 ab	0,19 a
testemunha	--	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Uréia	kg ha ⁻¹	Fitotoxicidade (%)			
7 dias antes	150	5,50 ab	4,13 a	1,69 a	0,50 a
3 dias antes	150	4,06 a	1,69 a	0,63 a	0,13 a
0 dias	150	9,00 b	3,81 a	1,94 a	0,69 a
7 dias depois	150	4,75 ab	2,94 a	0,86 a	0,13 a
Fatores		Parâmetros estatísticos			
F herbicida (H)		23,70*	8,52*	4,80*	5,83*
F Uréia		3,77*	1,78 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,73 ^{ns}
F H x Uréia		1,07 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,05 ^{ns}
DMS herbicida		4,27	3,09	1,93	0,81
DMS Uréia		4,27	3,09	1,93	0,81

¹DAA: dias após aplicação do herbicida. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%. * significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} - não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos dados de massa de mil grãos e produção final por hectare, comprova-se que não houve reduções de produção estatisticamente significativas, além das diferenças entre as produções médias finais de cada tratamento não manterem nenhuma tendência, o que indica que a interação entre os herbicidas pós-emergentes e a uréia não ocorreu de forma a causar prejuízos a cultura do milho. Essas informações discordam da recomendação, que deve ser observado um intervalo de aplicação de 7 a 10 dias para o caso de alguns herbicidas e de adubos nitrogenados (Peixoto & Ramos, 2002, López-Ovejero et al. 2003). Ainda, esses autores fazem considerações sobre a quantidade de nitrogênio aplicado (maior quantidade, maior carência) e a fonte de nitrogênio que foi aplicada (os nitratos e sulfatos são fontes mais lentas quanto à absorção e podem requerer um maior prazo de carência) fatores que influenciam o intervalo de carência das aplicações.

Os resultados encontrados na presente pesquisa, para mesotrione + atrazina, concordam com aqueles observados por Mascarenhas (2004) que testou a aplicação no mesmo dia de uréia e mesotrione + Atrazina + óleo, em Jequitibá, MG. Foi observado que para os híbridos de milho BRS 1010, BRS 3151 e DOW 8550, apesar da fitotoxicidade inicial, não houve reduções de rendimento, com relação a testemunha capinada.

Para Peixoto & Ramos (2002), os fatores ambientais, principalmente aqueles ocorridos durante o intervalo de 7 a 10 dias entre as aplicações são fundamentais para a metabolização dos herbicidas. Quando as condições são adequadas para o desenvolvimento da cultura, os possíveis problemas são reduzidos ou ausentes. Em regiões mais frias, a metabolização do herbicida pela cultura é mais lenta, devendo se atentar mais para os fatores e prazos para os manejos de nitrogênio e controle de pragas. Esses aspectos são agravados sob condições de estresse térmico e de umidade (Peixoto & Ramos, 2002).

Durante o ano agrícola que foi conduzido o experimento, ocorreram precipitações pluviais e temperaturas adequadas para o normal

desenvolvimento vegetativo da cultura. Esses parâmetros climáticos podem ter desfavorecido a interação dos tratamentos herbicidas com os diferentes intervalos da cobertura que, aliada às características do híbrido (duplo), favoreceram a recuperação da cultura.

Tabela 5. Altura (m), rendimento (t ha⁻¹) e peso de mil grãos (g) resultantes dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com uréia

Herbicida nome comum	Dose g ha ⁻¹	Altura (m)	Rendimento (t ha ⁻¹)	Peso de mil grãos (g)
mesotrione + atrazina	144 + 1500	2,19 a	5,55 a	353,61 a
nicosulfuron + atrazina	20 + 1500	2,20 a	5,67 a	348,62 a
foramsulfuron + iodosulfuron	45 + 3	2,19 a	5,52 a	342,39 a
testemunha	--	2,24 a	5,77 a	355,94 a
Uréia	kg ha ⁻¹			
7 dias antes	150	2,21 a	5,51 a	351,77 a
3 dias antes	150	2,20 a	5,86 a	355,13 a
0 dias	150	2,21 a	5,54 a	347,03 a
7 dias depois	150	2,21 a	5,60 a	346,63 a
Fatores		Parâmetros estatísticos		
F herbicida (H)		1,33 ^{NS}	0,29 ^{NS}	1,47 ^{NS}
F Uréia		0,03 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,67 ^{NS}
F H x Uréia		0,48 ^{NS}	0,76 ^{NS}	1,19 ^{NS}
DMS herbicida		0,07	0,82	18,68
DMS Uréia		0,07	0,82	18,68
CV (%)		3,47	15,43	5,65

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5.

^{NS} - não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2 Experimento II - Interação entre herbicidas pós-emergentes e a adubação com sulfato de amônio, na cultura do milho

Constatou-se que, para fitotoxicidade, altura, peso de mil grãos e rendimento (Tabelas 6 e 7), não houve interações significativas entre os tratamentos com herbicidas e os intervalos de aplicação da cobertura nitrogenada (sulfato de amônio), evidenciando que todos os tratamentos herbicidas apresentaram comportamento semelhantes diante dos diferentes intervalos de aplicação da adubação de cobertura.

Foram observados diferenças significativas entre os tratamentos herbicidas para fitotoxicidade aos 7 e 14 DAA (Tabela 6). Os tratamentos de nicosulfuron + atrazina e foransulfuron + iodosulfuron provocaram os maiores efeitos fitotóxicos (9,1 e 11,1%), seguido do mesotrione + atrazina (5,0%). Os sintomas foram diminuindo no decorrer das avaliações, sendo que aos 28 DAA não foram praticamente perceptíveis, mostrando a grande capacidade que o híbrido utilizado apresenta em detoxificar as moléculas herbicidas utilizadas. Para os intervalos de aplicação não foi observada diferença significativa. Sendo o adubo aplicado em área total a lanço, ocorreram injúrias provenientes do contato físico do adubo com a superfície foliar. Contudo, esses sintomas não indicam ocorrência de interação entre os insumos sulfato de amônio e herbicidas, pois dentro das épocas de aplicação não há diferenças estatisticamente significativas. No entanto, de forma geral, pode ser observado que as aplicações da fonte nitrogenada antes do herbicida provocou maiores injúrias. Isso, pode estar relacionado como fato de que o sulfato de amônio, em condições normais, tem o íon amônio (NH_4^+) retido temporária e superficialmente pelo complexo coloidal, passando depois para a solução do solo onde sofre o processo de nitrificação, sendo assim, demora mais tempo que a uréia para ficar disponível às plantas de milho.

Tabela 6. Fitotoxicidade (%) resultante dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com sulfato de amônio

Herbicida Nome comum	Dose g ha ⁻¹	Fitotoxicidade (%)			
		7 DAA ¹	14 DAA	21 DAA	28 DAA
mesotrione + atrazina	144 + 1500	5,00 ab	3,19 ab	1,06 a	0,13 a
nicosulfuron + atrazina	20 + 1500	9,12 bc	4,69 b	2,13 a	0,88 a
foramsulfuron + iodosulfuron	45 + 3	11,12 c	4,56 b	1,81 a	0,75 a
testemunha	--	1,00 a	1,06 a	0,31 a	0,00 a
Sulfato de Amônio	kg ha ⁻¹	Fitotoxicidade (%)			
7 dias antes	300	8,06 a	3,38 a	1,13 a	0,44 a
3 dias antes	300	7,13 a	4,06 a	2,25 a	0,88 a
0 dias	300	7,13 a	3,06 a	0,81 a	0,13 a
7 dias depois	300	3,94 a	3,00 a	1,13 a	0,31 a
Fatores		Parâmetros estatísticos			
F herbicida (H)		10,76*	3,53*	2,23*	2,11 ^{NS}
F sulfato de amônio (SA)		1,73 ^{NS}	0,29 ^{NS}	1,35 ^{NS}	1,11 ^{NS}
F H x SA		0,43 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,77 ^{NS}	0,73 ^{NS}
DMS herbicida		5,18	3,39	2,05	1,14
DMS sulfato de amônio		5,18	3,39	2,05	1,14

¹DAA: dias após aplicação do herbicida. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%. * significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ^{NS} - não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se, para altura, rendimento e massa de mil grãos (Tabela 7), que não houve diferença entre os tratamentos herbicidas e entre os diferentes intervalos de aplicação da cobertura nitrogenada com sulfato de amônio. Mais uma vez, os dados de altura, não indicam nenhuma redução proveniente dos danos fitotóxicos, quando analisados estatisticamente. Os dados da massa de mil grãos de milho e a produção em cada tratamento não mostraram reduções de produção quando comparados as testemunhas capinadas dentro de cada intervalo e entre os intervalos. Dessa forma, não se observou efeitos interativos

do sulfato de amônio com nenhum dos herbicidas, resultado semelhante ao experimento com uréia.

Tabela 7. Altura (m), rendimento (t ha^{-1}) e peso de mil grãos (g) resultantes dos diferentes tratamentos herbicidas e adubações de cobertura com sulfato de amônio

Herbicida nome comum	Dose g ha^{-1}	Altura (m)	Rendimento (t ha^{-1})	Peso de mil grãos (g)
mesotrione + atrazina	144 + 1500	2,21 a	5,93 a	354,16 a
nicosulfuron + atrazina	20 + 1500	2,19 a	5,94 a	345,59 a
foransulfuron + iodosulfuron	45 + 3	2,20 a	5,93 a	343,63 a
testemunha	--	2,20 a	6,10 a	346,41 a
Sulfato de Amônio	kg ha^{-1}			
7 dias antes	300	2,20 a	5,68 a	350,48 a
3 dias antes	300	2,20 a	5,72 a	351,19 a
0 dias	300	2,21 a	6,14 a	341,96 a
7 dias depois	300	2,19 a	6,36 a	346,14 a
Fatores				
F herbicida (H)		0,72 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,79 ^{ns}
F Sulfato de Amônio (SA)		0,94 ^{ns}	3,38*	0,68 ^{ns}
F H x SA		0,60 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,05 ^{ns}
DMS herbicida		0,04	0,69	19,63
DMS Sulfato de Amônio		0,04	0,69	19,63
CV (%)		1,87	12,19	5,99

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%. * significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} - não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Conclusões

Nas condições em que se realizaram os ensaios, observando-se as condições edafoclimáticas, a época de semeadura, as particularidades do híbrido e a metodologia de aplicação dos tratamentos, permitiu-se concluir que:

Não houve interações significativas entre os tratamentos com herbicidas e os intervalos de aplicação da cobertura nitrogenada (uréia ou sulfato de amônio) avaliada pelos parâmetros fitotoxicidade, altura, peso de mil grãos e rendimento para o híbrido de milho AGN 2012.

As fitotoxicidades iniciais observadas, que foram causadas pelos herbicidas mesotrione + atrazina na dose de $144 + 1500 \text{ g i.a.ha}^{-1}$, nicosulfuron + atrazina na dose de $20 + 1500 \text{ g i.a.ha}^{-1}$ e foramsulfuron + iodosulfuron na dose de $45 + 3 \text{ g i.a.ha}^{-1}$, não refletiram em reduções de altura, rendimento e peso de 1000 grãos para a cultura de milho, para o híbrido AGN 2012.

4 SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES PARA A CULTURA DE MILHO (*Zea mays*) QUANDO EM MISTURAS COM INSETICIDAS

Resumo

A cultura do milho (*Zea mays*), durante seu crescimento e desenvolvimento, é submetida a diversas práticas de manejo com o objetivo de evitar perdas de produtividade por ataque de pragas, doenças, e interferências das plantas daninhas. Devido ao rápido ciclo da cultura, ou por fatores econômicos, estas práticas de manejo necessitam ser realizadas, em muitas situações, simultaneamente. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a interação entre os principais herbicidas pós-emergentes da cultura do milho, quando aplicados em mistura de tanque, com inseticidas utilizados no controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). O experimento foi instalado na fazenda Areão, pertencente à ESALQ/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. O milho foi semeado em 02 de Fevereiro de 2004 (safrinha), usando o híbrido Agromen AGN 2012 em sistema convencional. O delineamento experimental foi do tipo blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, no modelo de testemunha dupla, com quatro repetições e 15 tratamentos. Os tratamentos são consequência da interação fatorial entre três níveis do fator herbicida: mesotrione (120 g ha^{-1}) + atrazina (1500 g ha^{-1}) + Assist 0,5%, nicosulfuron (20 g ha^{-1}) + atrazina (1500 g ha^{-1}) e testemunha capinada durante todo o experimento; e cinco níveis do fator inseticida: lambdacyhalothrin (10 g ha^{-1}), clorpirifós CE (240 g ha^{-1}), clorpirifós EC (225 g ha^{-1}), lambdacyhalothrin + thiamethoxam ($12,5 + 5,5 \text{ g ha}^{-1}$) e testemunha sem aplicação de inseticidas.

Os tratamentos foram aplicados no dia 25/02/2004, com pulverizador costal pressurizado por CO₂, a pressão constante. As variáveis avaliadas foram: fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 Dias Após a Aplicação (DAA), altura por ocasião do florescimento, peso de 1000 sementes e rendimento (t ha⁻¹) corrigido para 14% de umidade. Os dados foram analisados estatisticamente através da aplicação do teste F sobre a análise da variância, seguido de teste Tukey com 5% de significância, para comparação das médias. Nas condições em que o experimento foi realizado foram observados pronunciados sintomas de fitotoxicidade causados pela interação entre o herbicida nicosulfuron e o inseticida clorpirifós que, contudo, não se refletiram em reduções de produtividade significativas.

SELETICTIVITY OF POSTEMERGENCE HERBICIDES OF CORN CROP (*Zea mays* L.) WHEN IN MIXTURES WITH INSECTICIDES

Summary

The corn crop (*Zea mays* L.), during its growth and development, is submmited to different mannage practices with the objective of avoidinig productivity losses to the attack of plagues, diseases and the interference of weeds. Due to the of the fast life cycle of this crop, or due to economic factors, these management practices need to be realized, in many situations, simultaneously. Therefore, the objective of this work was to verify the interaction between the main postemergence herbicides for the corn crop, when applied in tank mixture with insecticides used to control *Spodoptera frugiperda*. The experiment was installed at Areao farm, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo state, Brazil. The corn was sown at February 2nd, 2004, off-season, using the hybrid Agromen AGN 2012 in conventional system. The experimental design was randomized blocks with split plots, with double check plots, four replicates and 15 treatments. The treatments were consequence of a factorial interaction between three levels of the factor herbicide: mesotrione (120 g ha⁻¹) + atrazina

(1500 g ha⁻¹) + Assist 0,5%, nicosulfuron (20 g ha⁻¹) + atrazina (1500 g ha⁻¹) and check unweeded all over the experiment conduction; and five levels of the factor insecticide: lambdacyhalothrin (10 g ha⁻¹), clorpirifós CE (240 g ha⁻¹), clorpirifós EC (225 g ha⁻¹), lambdacyhalothrin + thiamethoxam (12.5 + 5.5 g ha⁻¹) and checks without insecticide application. The treatments were applied at 02/25/2004, using a back pack sprayer pressurized with CO₂, at constant pressure. The variables evaluated were: phytotoxicity at 7, 14, 21 and 28 Days After Application (DAA), height at flowering, weight of 1000 seeds and yield (t ha⁻¹), corrected to 14% of humidity. Data were analyzed statistically through F test at variance analyzes followed by Tukey test with 5% of significancy, to compare the means. In the conditions that the experiment was conducted there were observed pronounced phytotoxicity sintoms caused by the interaction of the herbicide nicosulfuron and the insecticide clorpirifós that, although, were not reflected in significative productivity reductions.

4.1 Introdução

O uso de herbicidas pós-emergentes na cultura do milho surgiu e se fortaleceu como uma grande ferramenta para o controle de plantas daninhas nos últimos dez anos (Christoffoleti & Mendonça, 2001). A utilização destes agroquímicos necessita da observação de alguns fatores que interferem na seletividade dos mesmos, pois quando negligenciados podem gerar danos fitotóxicos à cultura, resultando, muitas vezes, em redução no rendimento da cultura. Dentre os fatores que devem ser observados destacam-se os híbridos e variedades recomendadas para tratamento com o herbicida, a dose para cada híbrido ou variedade, a aplicação no estágio fenológico recomendado da cultura, restrições de misturas de tanque com inseticidas organo-fosforados, e intervalo mínimo de 7 dias entre as adubações de cobertura nitrogenada e a aplicação do herbicida (López-Ovejero et al., 2003).

A seletividade do herbicida definida como a resposta diferencial das espécies de plantas a um determinado herbicida, é a base para o sucesso do

controle químico de plantas daninhas na produção agrícola (Oliveira Jr., 2001b). A adição de adjuvantes, nutrientes ou inseticidas a calda contendo herbicida pode reduzir a capacidade da planta em tolerar o herbicida, tendo como consequência menor seletividade para a cultura e eficácia de controle das plantas daninhas (Gassen, 2002).

Nos agroecossistemas brasileiros, onde se cultiva milho, a ocorrência de *Spodoptera frugiperda* é generalizada, prejudicando o desenvolvimento da planta e se caracterizando como a principal praga da cultura, em todas as fases de seu desenvolvimento (Cruz, 2003). A lagarta-do-cartucho, como é conhecida popularmente, pode gerar grandes perdas de produção e qualidade de grãos, sendo controlada através da aplicação de agroquímicos, como inseticidas dos grupos químicos dos piretróides e fosforados (Omoto et al., 2002).

Os herbicidas derivados dos grupos químicos das isulfoniluréias são inibidores da acetolactato sintase (ALS). A ALS é a primeira enzima da rota da síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina). Esses herbicidas são amplamente utilizados na cultura do milho, pelas baixas doses de uso e grande espectro de espécies de plantas daninhas controladas (Trezzi & Vidal, 2001). Na literatura existem diversos trabalhos científicos relatando a interação negativa entre herbicidas pertencentes ao grupo dos inibidores da ALS, com inseticidas fosforados na cultura de milho (Morton, et al. 1991; Porpiglia et al. 1990). Efeitos severos de fitotoxicidade de nicosulfuron, pertencente ao grupo das sulfoniluréias, foram observados quando terbufós foi aplicado no sulco de plantio (Morton et al., 1991). Todavia, quando foram utilizados os inseticidas clorpirifós, tefluthrin e carbofuran os efeitos de fitotoxicidade do nicosulfuron sobre o milho foram pouco significativos (Morton, 1994). Para Baerg & Barrett (1993) uma explicação para esse fenômeno é que os metabólitos do terbufós na planta de milho inibem o citocromo P-450, responsável pela metabolização do nicosulfuron, sendo assim, o mesmo se acumula provocando injúrias. No entanto, o clorpirifós inibe a enzima em menor intensidade que o terbufós.

Vários fatores afetam a interação potencial entre duas classes de defensivos, um dos mais importantes é como os inseticidas são absorvidos e translocados dentro da planta de milho (Hartzler et al., 2003). O terbufós é um inseticida sistêmico apresentando por isso alta possibilidade de interação. Outros fatores que influenciam a interação entre inseticidas aplicados no solo e herbicidas são o método de aplicação, a formulação, tipo de solo (textura e matéria orgânica) e a pluviosidade da região (Hartzler et al., 2003).

As interações entre herbicidas e inseticidas em combinações que resultam em injúrias para as culturas tem sido observadas em quase todas as culturas. Aplicações em pré-emergência de diuron, seguidas da aplicação do inseticida forate, causam severos danos para a cultura do algodão (Diehl et al., 1995). Em soja têm ocorrido danos e redução de produção quando aplicado metribuzin em pré-emergência, em área tratada com inseticidas organofosforados. Foram relatadas relações sinérgicas entre nicosulfuron e inseticidas organofosforados em milho quando estes inseticidas foram usados no controle de *Agrotis ipsilon* e *Diabrotica* spp. (Diehl et al., 1995).

Considerando a necessidade da utilização de mais de um defensivo na mesma cultura durante o seu desenvolvimento torna-se necessário estudos das possíveis interações entre os defensivos agrícolas, para orientar o produtor. Neste trabalho, objetivou-se estudar a interação entre os herbicidas mesotrione e nicosulfuron, em mistura com atrazina, com os inseticidas lambdacyhalothrin, clorpirifós CE, clorpirifós EC e lambdacyhalothrin + thiamethoxam, aplicados em pós-emergência da cultura.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Local, cultura e condições gerais do experimento

A área experimental, onde foi realizado o trabalho, pertence à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e situa-se no município de Piracicaba, SP (Longitude 47°38’00’’O; Latitude 22°42’30’’S), na Fazenda Areão.

A semeadura do milho, do tipo “safrinha”, ocorreu em área sem irrigação, com preparo de solo convencional, solo este classificado como nitossolo vermelho eutroférico latossólico, textura argilosa, apresentando a seguinte análise química, que consta na tabela 8.

Tabela 8. Análise química do solo da área experimental, 2003

pH	M.O.	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³					Mmolc dm ⁻³				%	
5,5	24	44	28	9,5	67	31	0	28	107	135	79	0

S = NH₄ OAc 0,5 N em HOAc 0,25N (10 ml TFSA/25 ml). Análise realizada pelo Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP.

O híbrido utilizado foi o AGN 2012, da empresa Agromen, da safra 2003, do tipo duplo, semi-precoce, com grão semi-duro, de cor amarelo-laranja e soma térmica de 825 °C dia⁻¹, semeado com uma máquina pneumática, objetivando-se 60.000 plantas por hectare, após desbaste. A adubação foi baseada na análise do solo e nas recomendações do Boletim 100 (6 e 8 ton ha⁻¹), e contou com 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16 (Raij & Cantarella, 1996). A semeadura ocorreu em 02/02/04, a germinação em 07-08/02/04 e o desbaste em 14/02/04.

Durante a realização do experimento, as médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar, bem como a ocorrência de precipitações, as medidas de radiação solar global m⁻², foram registradas pelo posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ-USP. Na tabela 9 estão as médias e os totais mensais.

Tabela 9. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar e totais mensais de precipitação e radiação solar global total

MÊS / 2004	TMED¹ (°C)	UR MED² (%)	Rad.Glob.³ (MJ m⁻²d⁻¹)	PRECIPITAÇÃO⁴ (mm)
Fevereiro	22,8	80,2	549,2	193,7
Março	22,4	78,3	595,2	79,0
Abril	22,0	80,9	473,2	87,7
Maio	17,7	89,2	361,9	107,9
Junho	17,0	87,1	327,1	50,6
Julho	16,8	85,7	347,4	77,4
Total	-	-	2653,9	596,3

¹ - Temperatura média do mês; ² - Umidade relativa do ar média do mês; ³ - Radiação Solar Global total no mês; ⁴ - Precipitação total do mês.

4.2.2 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos utilizados no experimento são consequência da interação fatorial entre três níveis do fator herbicida: mesotrione + atrazina (trekitona + triazina), nicosulfuron + atrazina (sulfoniluréia + triazina) e testemunha capinada durante todo o experimento; e cinco níveis do fator inseticida: lambdacyhalothrin (piretróide), clorpirifós CE (organo-fosforado), clorpirifós EC (organo-fosforado), lambdacyhalothrin + thiamethoxam (piretróide + neonicotinóide) e testemunha sem aplicação de inseticidas. A descrição detalhada dos tratamentos bem como dos produtos comerciais utilizados no experimento são apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Características dos produtos utilizados no experimento

Inseticidas			Dose	
Nome comum	Nome comercial	Formulação ⁴	i.a. ² (g ha ⁻¹)	p.c. ³ (ml ou g ha ⁻¹)
1. lambdacyhalothrin	Karate Zeon	SE	10,0	40
2. clorpirifós	Lorsban	CE	240,0	500
3. clorpirifós	Astro	EC	225,0	500
4. lambda. + thiamethoxan	Engeo Max	CE	12,5 + 5,5	50
5. testemunha	--	--	--	--
Herbicida				
1. mesotrione + atrazina ¹	Callisto + Gesaprim	SC + SC	120,0 + 1500,0	300 + 3000
2. nicosulfuron + atrazina ¹	Sanson + Gesaprim	SC + SC	20,0 + 1500,0	500 + 3000
3. testemunha	--	--	--	--

¹ Adição de Assist a 0,5%; ² ingrediente ativo; ³ produto comercial; ⁴ SE - suspensão de encapsulados, CE - concentrado emulsionável, EC - emulsão concentrada e SC - suspensão concentrada.

As unidades experimentais usadas no experimento constavam de 5 linhas da cultura por 4 metros de comprimento, o que totalizava 16 m², sendo o espaçamento de 0,8m. As parcelas foram mantidas sem a presença de plantas daninhas durante todo o experimento através de capinas manuais. Foram realizadas também duas aplicações de delthametrina a 5 g ha⁻¹ para o controle de lagarta-do-catucho (*Spodoptera frugiperda*), sendo a primeira quando a cultura apresentava duas folhas verdadeiras e a segunda com 8 folhas verdadeiras.

4.2.3 Metodologia de Aplicação

O equipamento usado para a aplicação dos herbicidas pós-emergentes foi um pulverizador costal pressurizado por CO₂, com pressão constante de 2,5 bar. A barra de aplicação contava com quatro bicos do tipo leque, modelo Teejet XL 11002 VS. O volume de calda aplicado foi de 200 L ha⁻¹ e o estágio de desenvolvimento do milho, na ocasião da aplicação, era de quatro a cinco folhas verdadeiras. A aplicação dos tratamentos herbicidas, ocorreu no dia 25/02/2004 entre as 08:15h e as 10:30h, a velocidade do vento oscilava entre 3 e 5 km/h, temperatura de 21°C, umidade relativa do ar de 89% e o céu parcialmente encoberto, com aproximadamente 45% de nuvens.

4.2.4 Avaliações

As variáveis avaliadas foram: fitotoxicidade, altura das plantas de milho por ocasião do florescimento, peso de mil grãos de milho e rendimento (t ha⁻¹) corrigido para 14% de umidade.

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 Dias Após a Aplicação (DAA) através da porcentagem de danos causados a morfologia das plantas de milho, quanto a lesões necróticas, deformadoras e cloróticas, bem como quanto a redução de crescimento. Foram realizadas observações visuais, sendo que administrou-se a nota 0 para plantas normais, iguais à testemunha, e 100 para plantas mortas.

A medição de altura das plantas ocorreu aos 70 dias após emergência (florescimento), medindo-se dez plantas por parcela, do nível do solo à base da panícula de floração.

O rendimento foi obtido através da colheita das espigas da segunda e terceira linhas da parcela, em seus 3 metros centrais, totalizando-se uma área útil de 4,8 m², em 23/06/2004. As espigas foram contadas e pesadas, em seguida foram despalhadas e debulhadas mecanicamente, de forma a separar

os grãos de cada parcela, os quais foram pesados. Nesse momento cada amostra teve sua umidade mensurada em porcentagem, a qual serviu para correção do peso total de grãos por parcela para 14% de umidade de grão. Ao mensurar-se a umidade das amostras também foi feita a pesagem de 1000 grãos, peso este que também foi corrigido para 14% de umidade.

4.2.5 Análise estatística

O experimento foi instalado com delineamento experimental do tipo blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos esquema fatorial, com três níveis do fator herbicida (mesotrione + atrazina, nicosulfuron + atrazina e testemunha sem aplicação) e cinco níveis do fator inseticida (clorpirifós CE, lambdacyhalothrin, tiametoxan + lambdacyhalothrin, clorpirifós EC e testemunha sem aplicação). Os tratamentos foram alocados no campo segundo o modelo de testemunhas duplas, de tal forma que sempre adjacente a uma parcela tratada com qualquer um dos produtos existia pelo menos uma parcela testemunha ao lado.

O modelo de experimento com testemunhas duplas foi analisado estatisticamente segundo o delineamento de parcelas subdivididas, sendo que no âmbito de parcelas considerou-se os níveis dos fatores herbicida e inseticida, bem como a interação destes níveis, e no âmbito de subparcelas considerou-se a interação existente entre inseticidas e herbicidas e as respectivas testemunhas de cada tratamento. Sempre que um tratamento possuía duas parcelas testemunhas adjacentes, adotou-se a média das duas como valor de comparação (Constantin et al., 2003; Fagliari, et al., 2001).

A variável fitotoxicidade foi analisada segundo modelo fatorial, desconsiderando-se o esquema de parcelas subdivididas, uma vez que, em um experimento de seletividade, a fitotoxicidade das testemunhas é sempre zero. Durante todos os processos aplicou-se o teste F sobre a análise da variância, seguido de teste Tukey com 5% de significância para a comparação das médias. Durante a estruturação do segundo quadro de análise da variância,

realizou-se a decomposição das subparcelas para as variáveis analisadas segundo o modelo de parcelas subdivididas (testemunhas duplas). O experimento foi analisado com o auxílio do programa estatístico Sisvar 4.6 (Build 60) desenvolvido pelo Prof. Daniel Furtado Ferreira da Universidade Federal de Lavras - MG.

4.3 Resultados e discussão

Foram observados sintomas visuais de fitotoxicidade provocados pelos tratamentos de inseticidas e herbicidas, bem como pelas misturas entre ambos. Aos 7 DAA (tabela 11), verificou-se diferenças entre os tratamentos que envolvem o clorpirifós e os demais, independente da formulação desse organofosforado, provocada pela interação sinérgica entre o clorpirifós com o nicosulfuron e, em menor intensidade, com o mesotrione. O sinérgismo fitotóxico entre o clorpirifós e o nicosulfuron foi quase quatro vezes maior que entre o clorpirifós e o mesotrione. Observou-se também efeitos fitotóxicos no tratamento de nicosulfuron e thiamethoxan + lambda-cyhalothrin, com diferenças estatisticamente significativas para os demais tratamentos. Aos 14 DAA (Tabela 12), quando houve a manifestação de toda magnitude dos efeitos fitotóxicos dos tratamentos químicos, observou-se que a mistura de nicosulfuron e clorpirifós mantém os sintomas fitotóxicos bastante pronunciados, mantendo os resultados de interação observados aos 7 DAA. Aos 21 DAA (Tabela 13), verificou-se redução da fitotoxicidade causada pelas diferentes combinações, sendo o tratamento com lambda-cyhalothrin o que apresentou menor fitotoxicidade, mesmo nas misturas com mesotrione e nicosulfuron. O tratamento de clorpirifós e nicosulfuron, nas duas formulações do inseticida, continua intragindo de forma estatisticamente significativa em relação aos demais. Aos 28 DAA (Tabela 14) verificou-se completa recuperação da cultura para todos os tratamentos, sendo os sintomas visuais de fitotoxicidade quase imperceptíveis, exceto para as misturas de clorpirifós CE e clorpirifós EC com o herbicida nicosulfuron.

Os sintomas de fitotoxicidade causadas pela mistura de herbicidas ao híbrido de milho AGN 2012 se caracterizaram por uma clorose inicial, próximas do cartucho das folhas e redução da altura de plantas, sendo que, esses sintomas foram mais evidentes nas misturas dos herbicidas mesotrione e nicosulfuron com o inseticida clorpirifos, nas duas formulações. Quanto à tolerância do híbrido de milho, com relação a mistura de tanque entre os herbicidas e os inseticidas observou-se que quanto maior o tempo entre a aplicação dos tratamentos e as avaliações, os sintomas visuais de fitotoxicidade se tornaram menos evidentes, exceto para os tratamentos com clorpirifós (Tabela 13). O híbrido mostrou boa recuperação e consequente metabolização dos produtos aplicados, chegando a avaliação de altura da base da panícula de floração, aos 70 dias após a emergência (Tabela 15), sem reduções estatisticamente significativas.

Tabela 11. Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 7 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância

Inseticidas	Herbicidas		
	Sem Herbicida	mesotrione + atr.	nicosulfuron + atr.
Sem inseticida	0,00 A a	3,75 A b	7,00 A b
clorpirifós CE	2,00 A a	10,50 B b	45,00 C c
lambdacyhalothrin	2,75 A a	4,25 A a	6,25 A a
lambda. + thiamethoxan	3,00 A a	3,75 A a	7,75 A b
Clorpirifós EC	3,00 A a	10,00 B b	37,50 B c

Letras maiúsculas iguais na coluna (DMS = 4,382) e minúsculas iguais na linha (DMS = 3,736) não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 12. Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 14 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância

Inseticidas	Herbicidas		
	Sem Herbicida	mesotrione + atr.	nicosulfuron + atr.
Sem inseticida	0,00 A a	1,25 A a	3,75 A a
clorpirifós CE	4,50 A a	7,00 B a	27,50 B b
lambdacyhalothrin	2,50 A a	1,75 AB a	3,50 A a
lambda. + thiamethoxan	2,50 A ab	1,25 A a	6,50 A b
clorpirifós EC	0,50 A a	7,00 B b	22,00 B c

Letras maiúsculas iguais na coluna (DMS = 5,615) e minúsculas iguais na linha (DMS = 4,787) não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 13. Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 21 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância

Inseticidas	Herbicidas		
	Sem Herbicida	mesotrione + atr.	nicosulfuron + atr.
Sem inseticida	0,00 A a	0,75 A a	2,00 A a
clorpirifós CE	2,75 A a	5,25 A a	20,25 B b
lambdacyhalothrin	1,50 A a	0,75 A a	0,00 A a
lambda. + thiamethoxan	1,25 A a	0,50 A a	4,50 A a
clorpirifós EC	0,00 A a	4,00 A a	18,25 B b

Letras maiúsculas iguais na coluna (DMS = 1,186) e minúsculas iguais na linha (DMS = 4,077) não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 14. Fitotoxicidade (%) média dos tratamentos na cultura do milho, aos 28 DAA, comparada através do teste Tukey com 5% de significância

Inseticidas	Herbicidas		
	Sem Herbicida	mesotrione + atr.	nicosulfuron + atr.
Sem inseticida	0,00 A a	0,00 A a	0,50 A a
clorpirifós CE	0,00 A a	0,50 A a	13,50 B b
lambdacyhalothrin	0,00 A a	0,00 A a	0,00 A a
lambda. + thiamethoxan	0,00 A a	0,00 A a	2,00 A a
clorpirifós EC	0,00 A a	1,25 A a	11,50 B b

Letras maiúsculas iguais na coluna (DMS = 2,600) e minúsculas iguais na linha (DMS = 2,217) não diferem estatisticamente entre si.

Em experimentos de campo tem sido observado que as combinações de inseticidas organofosforados como disulfuton, fonofós, isazofós ou terbufós com o herbicida primisulfuron (sulfoniluréia) resulta em interações sinérgicas, provocando injúrias foliares (clorose) e radiculares, redução de altura e perdas na produção final na cultura do milho (Biediger et al. 1992).

Kwon & Penner (1995) estudaram a possibilidade do efeito sinérgico ser semelhante para as duas categorias química de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação (imidazolinona e sulfoniluréias). Os autores observaram que não houve interação entre o herbicida imazaquin (imidazolinona) e o terbufós. No entanto, para os herbicidas do tipo sulfoniluréias houve uma interação sinérgica altamente significativa com o terbufós; sendo que, a intensidade da interação foi função varietal do milho. O híbrido Pioneer 3343 IR, mostrou-se tolerante, quando tratado com terbufós ou carbofuran no sulco de plantio e também com nicosulfuron e imazethapyr aplicados em pós-emergência da cultura do milho (Wilcut et al. 1993).

Shelton & Parkin (1991), avaliaram o efeito da umidade do solo sobre a adsorção e biodegradação do nematicida carbofuran, e concluíram que quanto menor a umidade do solo, menor foi a degradação da molécula. Segundo os

autores, tal fato pode ocorrer tanto diretamente, pela inibição da atividade microbiana, como indiretamente, afetando a biodisponibilidade do carbofuran. Kapusta & Krausz (1992) observaram diminuição da interação entre o terbufós e nicosulfuron com o aumento da umidade do solo. Ainda esses autores observaram que as maiores injúrias decorrentes da interação de terbufós com nicosulfuron ocorrem quando o inseticida é aplicado no sulco de semeadura.

Os efeitos da interação de um herbicida com o terbufós são dependentes de condições climáticas, tais como temperatura e umidade, pois estes afetam diretamente a taxa de detoxificação do herbicida e, portanto o potencial de injúria para a cultura. Algumas pesquisas indicam que chuvas durante ou previas a aplicação do herbicida aumentam a injúria porque favorecem uma maior absorção do inseticida e do herbicida (Kapusta & Krausz, 1992; Morton et al, 1991). Contudo, condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura após a aplicação do herbicida, favorecem a recuperação da mesma. As condições climáticas ocorridas durante a condução do experimento são apresentadas na tabela 9. Durante aquele ano agrícola, ocorreram precipitações pluviais e temperaturas adequadas para o normal desenvolvimento da cultura, independente de ser uma semeadura do tipo “safrinha”, pois quando ocorreu a aplicação dos tratamentos e nos dias que se seguiram, a temperatura e a umidade eram adequadas, favorecendo o desenvolvimento vegetativo da cultura. Estes parâmetros climáticos podem ter desfavorecido a interação dos inseticidas com os herbicidas, pois possibilitaram o metabolismo rápido dos inseticidas. Mesmo com a modalidade de milho safrinha.

Observou-se para o rendimento e massa de mil grãos (tabela 15) que não houve diferença entre os tratamentos com mistura de tanque entre inseticidas e herbicidas pós-emergentes. Apesar das severas injúrias no caso das misturas com organofosforados não foram observadas diferenças significativas para o rendimento e massa de mil grãos. Estes resultados indicam que apesar do aumento da fitotoxicidade em relação à mistura de herbicidas e

inseticidas organofosforados, não ocorreu interferência nos componentes da produção, indicando recuperação da cultura até mesmo nas maiores notas de injúrias observadas. Esse fato comprova a capacidade de recuperação do híbrido de milho utilizado, em relação aos efeitos sinérgicos.

Tabela 15. Componentes da produção altura de plantas (m), peso de 1000 grãos (g) e rendimento (ton.ha⁻¹)

Herbicida	Inseticida	Altura (m)		Peso de 1000 sementes		Rendimento (t ha ⁻¹)	
		T ¹	NT ¹	T	NT	T	NT
Sem herbicida	clorpirifós CE	1,53 a	1,59 a	337,86 a	331,19 a	9,25 a	9,18 a
	lambdacyhalothrin	1,57 a	1,52 a	336,77 a	346,48 a	9,82 a	8,89 a
	thiamethoxan + lambda.	1,59 a	1,60 a	347,90 a	349,30 a	10,02 a	9,61 a
	clorpirifós EC	1,50 a	1,51 a	340,15 a	340,62 a	10,23 a	9,11 a
	testemunha	1,52 a	1,54 a	344,36 a	345,43 a	8,85 a	9,59 a
mesotrione + atrazina	clorpirifós CE	1,52 a	1,57 a	332,16 a	333,41 a	9,13 a	9,33 a
	lambdacyhalothrin	1,52 a	1,47 a	351,94 a	343,21 a	9,69 a	9,17 a
	thiamethoxan + lambda.	1,52 a	1,57 a	338,00 a	326,45 a	10,20 a	9,96 a
	clorpirifós EC	1,55 a	1,50 a	340,11 a	333,65 a	8,52 a	8,05 a
	testemunha	1,52 a	1,56 a	345,96 a	328,53 a	10,27 a	8,88 a
nicosulfuron + atrazina	clorpirifós CE	1,51 a	1,55 a	328,24 a	341,40 a	7,86 a	9,10 a
	lambdacyhalothrin	1,50 a	1,50 a	346,11 a	347,23 a	9,34 a	9,13 a
	thiamethoxan + lambda.	1,50 a	1,55 a	341,35 a	344,76 a	9,37 a	10,09 a
	clorpirifós EC	1,52 a	1,55 a	344,61 a	353,02 a	8,79 a	10,41 a
F Int Herb x Ins x Test		0,47 ^{ns}		0,63 ^{ns}		0,74 ^{ns}	
CV (%) Parcelas		5,54		4,14		13,17	
CV (%) Subparcelas		3,38		4,85		14,85	
DMS Int Herb x Ins x Test		0,07		23,28		1,96	

T – parcelas tratadas com os defensivos, NT – parc não tratadas (testemunha lateral);
¹Comparação das médias T x NT (na linha, para cada parâmetro); ^{ns} - não significativo para tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.4 Conclusões

Nas condições em que se realizou o experimento, observando-se as condições edafoclimáticas, a época de semeadura, as particularidades do híbrido e a metodologia de aplicação dos tratamentos, permitiu-se concluir que:

Os sintomas visuais de fitotoxicidade dos herbicidas pós-emergentes utilizados no experimento foram característicos do híbrido utilizado. No entanto, foram observados interações sinérgicas quando os herbicidas foram aplicados em mistura com inseticidas organofosforados (clorpirifós), reduzindo a tolerância do híbrido de milho de herbicidas aos herbicidas pós-emergentes, durante as fases iniciais de desenvolvimento da cultura.

Apesar dos sintomas visuais de fitotoxicidade mais pronunciados nos tratamentos com herbicidas pós-emergentes e inseticidas fosforados, não houve reflexo na produção final de grãos e no peso de 1000 grãos. Estes resultados indicam que o híbrido de milho estudado (AGN 2012) apresenta boa capacidade de recuperação de injúrias causadas por herbicidas.

A fitotoxicidade inicial, causada pela mistura dos herbicidas nicosulfuron e atrazina, é mais pronunciada que a do mesotrione, especialmente nos tratamentos com inseticidas organofosforados. Sendo assim, a recuperação das injúrias é mais lenta, porém a produtividade final da cultura é a mesma.

Independentemente da formulação do herbicida organofosforado clorpirifós, sua mistura com o herbicida nicosulfuron e em menor intensidade com o herbicida mesotrione, gera sintomas fitotóxicos sinérgicos da mesma grandeza.

5 EFICÁCIA DE ALGUNS HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE MILHO (*Zea mays*)

Resumo

A cultura de milho é uma das principais atividades agronômicas do Brasil, sendo o seu produto a base da alimentação humana e animal, conferindo-lhe importância econômica e estratégica. Os cultivos de milho, em qualquer das épocas praticas no país, sofrem com a competição com as plantas daninhas por nutrientes, água e luz. Por essa razão torna-se fundamental o estudo de estratégias de controle para essas plantas que trazem reduções no rendimento da cultura. O experimento objetivou avaliar a eficácia de controle dos principais pós-emergentes sobre as plantas daninhas mais problemáticas para a cultura de milho em diferentes estádios de crescimento. O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, no período entre agosto a outubro de 2004. As plantas daninhas utilizadas foram *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Eleusine Indica*, *Ipomoea grandifolia*, *Bidens pilosa* suscetível e resistente aos herbicidas inibidores da ALS, semeadas em vasos plástico preenchidos com substrato vegetal. Os herbicidas foram aplicados em três diferentes estádios de desenvolvimento, caracterizando aplicações de pós-emergência inicial, mediana e tardia. A aplicação aconteceu em câmara de aplicação pressurizada por ar comprimido, a pressão constante, com bico leque plano 8002, simulando-se 200 L.ha⁻¹ de calda. Os tratamentos herbicidas de pós-emergência utilizados foram, em g ia

ha⁻¹: mesotrione 144 + atrazina 1500 + Assist 0,5%, nicosulfuron 20 + atrazina 1500 + Assist 0,5%, nicosulfuron 40 e iodosulfuron + foramsulfuron (45+3) + Hoefix 0,5%. As avaliações de eficácia dos tratamentos aconteceram aos 7, 14, 21 e 28 Dias Após a Aplicação (DAA). Aos 28 DAA foram realizadas avaliações de massa verde, em gramas. Observou-se resposta diferenciada dos tratamentos utilizados em relação ao estágio de aplicação. A planta daninha menos suscetível foi o *Panicum maximum* para todos os tratamentos e em todos os estádios de desenvolvimento. A planta daninha mais suscetível para todos os tratamentos foi a população de *Bidens pilosa* suscetível. A população de *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores d ALS foi controlada apenas pelos tratamentos que envolveram misturas de herbicidas formulados.

EFFICACY EVALUATION OF SOME POST-EMERGENCE HERBICIDES TO CONTROL WEEDS IN THE CORN CROP (*Zea mays* L.)

Summary

The corn crop is one of the main agronomic activities in Brazil, and its product is the base of human and animal feeding, giving to it economic and strategic importance. The corn cultivations, in any practiced period in the country, suffer with weed competition for nutrients, water and light. For this reason, it is fundamental to study strategies to control this plants that bring yield reductions to this cereal. The experiment objected to evaluate the efficacy of post-emergence herbicides over the most problematic weeds to the corn crop. The experiment was conducted at green house, in the Crop Science Department of ESALQ/USP, from August to October of 2004. The weeds used were: *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Eleusine Indica*, *Ipomoea grandifolia* and *Bidens pilosa* (susceptible and resistant biotype to ALS inhibitor herbicides), seeded in plastic pots filled with soil substract. The herbicides were applied in three growth stages, characterizing initial, medium and late post-emergence applications. The herbicide application happened

inside spray-chamber pressurized with compressed air, at constant pressure, with flat fan nozzle 80.02, simulating 200 L ha⁻¹ of spray volume. The post-emergence herbicide treatments used were (g ha⁻¹): mesotrione 144 + atrazina 1500 + Assist 0,5%, nicosulfuron 20 + atrazina 1500 + Assist 0,5%, nicosulfuron 40, iodosulfuron + foramsulfuron (45 + 3) + Hoefix 0,5%, and checks that were not applied with herbicides. The efficacy evaluations were done at 07, 14, 21 and 28 Days After Application (DAA). At 28 DAA it was done evaluations of fresh weight (g). It was observed differentiated responses between the treatments used and the application timing stage. The weed less susceptible to all the treatments in all the development stages was *Panicum maximum*. The more susceptible weed to all the treatments was the susceptible biotype of *Bidens pilosa*. The resistant biotype to ALS inhibitors herbicides of *Bidens pilosa* was controlled only by the treatments in formulated mixtures.

5.1 Introdução

O milho representa uma das principais culturas da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica por ser a base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana. A semeadura e a condução de uma lavoura de milho visam obter alta produtividade e o almejado lucro com a venda do produto colhido. Para atingir esse objetivo, o controle de plantas daninhas é fundamental, além de outras muitas e oportunas decisões do agricultor (López-Ovejero et. al., 2003).

Estima-se que a redução causada pela infestação de plantas daninhas no rendimento de produção na cultura de milho, devido à interferência das plantas daninhas, pode alcançar até 70% da produtividade potencial, variando em função da espécie e do grau de infestação e agressividade das plantas daninhas, do tipo de solo, das condições climáticas reinantes no período, bem como do espaçamento, híbrido e do estágio fenológico da cultura em relação à

convivência das plantas daninhas (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). Portanto, o controle de plantas daninhas é uma necessidade de ordem econômica.

Até 1995 só existiam herbicidas recomendados em pré-plantio incorporado e de pré-emergência para o controle de plantas daninhas na cultura de milho, limitando de certa forma a adoção do plantio direto pelo agricultor (Silva & Melhorança, 1991). Para a solução desse problema surgiu a necessidade do desenvolvimento de novos herbicidas recomendados em pós-emergência (aplicados após a emergência da cultura e das plantas daninhas). Para Christoffoleti & Mendonça (2001), os programas de manejo de plantas daninhas na cultura de milho que utilizam herbicidas pós-emergentes têm aumentado bastante nos últimos anos. No entanto, o aumento de áreas aplicadas com herbicidas pós-emergentes tem alguns questionamentos importantes, sendo o primeiro relativo à seletividade e época de aplicação do herbicida em relação ao estágio fenológico da cultura, pois, se o momento de aplicação for inadequado, a produção da cultura pode ser reduzida pela injúria causada pelo herbicida na cultura. O segundo refere-se ao estágio de desenvolvimento da planta daninha, o qual deve ser aplicada com as plantas daninhas em estágio de maior suscetibilidade aos herbicidas.

Contudo, o aumento das áreas de utilização dos herbicidas pós-emergentes pelos agricultores deve mesmo se intensificar cada vez, já que são estratégicos por permitirem a aplicação em situações em que se comprova visualmente a presença de plantas daninhas, podendo também identificá-las, além de serem independentes do preparo e textura de solo, teor de argila e matéria orgânica (Ruedell, 1991).

Quanto a eficácia no controle das plantas daninhas, Oliveira Jr. (2001) relata que a idade das plantas afeta a absorção do herbicida, sua translocação e atividade nas plantas. Plantas jovens são mais suscetíveis a herbicidas do que as mais velhas, principalmente porque as plantas jovens possuem mais tecidos meristemáticos. Esses tecidos são o centro da atividade biológica das plantas. Conseqüentemente, espera-se que os herbicidas que afetam

processos metabólicos sejam fitotóxicos para plantas que possuem uma grande quantidade de tecidos meristemáticos e tenham pouca ou nenhuma atividade em plantas mais velhas, nas quais passam a predominar tecidos diferenciados.

Atualmente, são poucos os estudos de eficácia para herbicidas pós-emergentes desenvolvidos nos últimos anos, como o mesotrione, o nicosulfuron e o foramsulfuron + iodosulfuron. Esta pesquisa teve o objetivo de avaliar a eficácia no controle dos principais pós-emergentes sobre as plantas daninhas mais problemáticas para a cultura de milho, em diferentes estádios das plantas daninhas e para *Bidens pilosa* resistente a herbicidas inibidores da ALS.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Local e condições gerais do experimento

O experimento foi conduzido em Piracicaba, SP, em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

As plantas daninhas utilizadas no ensaio foram semeadas em vasos plásticos, preenchidos com substrato Plantmax, adubado com 250 g de sulfato de amônio por saco de 25 Kg de substrato. As semeaduras ocorreram de agosto a setembro de 2004.

5.2.2 Descrição das plantas daninhas

As plantas daninhas selecionadas são consideradas problemáticas para a cultura de milho. Dessa forma foram selecionadas a *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Eleusine Indica*, *Ipomoea grandifolia* e, *Bidens pilosa* suscetível e resistente aos herbicidas inibidores da ALS. Foram determinados três diferentes momentos, para a aplicação dos tratamentos com herbicidas pós-emergentes, identificados por estádios pós-inicial (monocotiledôneas: 1 a 3 folhas; dicotiledôneas: 2 a 4 folhas), pós-médio (monocotiledôneas: 1 a 3 perfilhos; dicotiledôneas: 6 a 8 folhas) e pós-tardio

(monocotiledôneas: 4 a 7 perfilhos; dicotiledôneas: > 8 folhas). As sementes foram adquiridas junto a empresa Agrocósmos. As sementes de *Bidens pilosa* resistente aos inibidores da ALS foram coletadas a campo, em área de cultivo de soja, em Rondonópolis, MS, sendo a resistência comprovada através de teste de curva-resposta (Lombardi et. al., 2004). Após a emergência das plantas daninhas, estas foram contadas e aquelas que excederam o número de 10 plantas por vaso, foram desbastadas.

5.2.3 Descrição dos tratamentos herbicidas

Os herbicidas utilizados no experimento foram: mesotrione + atrazina (Triketonas + triazina); nicosulfuron + atrazina (Sulfunilureia + triazina); nicosulfuron (Sulfunilureia) e o iodosulfuron + foramsulfuron (Sulfunilureias). A lista completa dos tratamentos, com as respectivas doses e nomes comerciais constam da tabela 16.

Tabela 16. Tratamentos herbicidas utilizados no experimento

Tratamentos Herbicidas		Concentração	Dose aplicada
Nome comum	Nome comercial	de g ia . L ⁻¹	g ou L de p.c ha ⁻¹
1. Testemunha capinada	-	-	-
2. mesotrione + atrazina	Callisto + Gesaprim ¹	144 + 1500	0,3 + 3,0
3. nicosulfuron + atz ³	Sanson + Gesaprim ¹	20 + 1500	0,5 + 3,0
4. nicosulfuron	Sanson	40	1,0
5. foramsulfuron + iodo ⁴	Equip Plus ²	45 + 3	150

¹ - adição do óleo vegetal Assist a 0,5%; ² - Adição do espalhante adesivo Hoefix a 1,0 L/ha.

³ - atrazina; ⁴ - iodosulfuron.

5.2.4 Aplicação dos herbicidas

O equipamento utilizado para a aplicação dos tratamentos herbicidas foi uma câmara de pulverização, equipada com uma ponta de aplicação do tipo

leque, de jato plano, do modelo Teejet XL 8002 VS. A pressão constante de 2,5 bar foi mantida através do uso de ar comprimido, aplicando-se então uma calda de pulverização proporcional a 200 L.ha⁻¹.

5.2.5 Avaliações

As avaliações de eficácia de controle das plantas daninhas foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (DAA) e da massa verde das plantas aos 28 DAA. Avaliou-se a porcentagem de controle gerados nas diferentes plantas daninhas com relação a morfologia destas plantas, quanto a lesões necróticas, deformadoras e cloróticas, bem como quanto a paralização do crescimento e posterior morte e secagem das plantas daninhas. Essas avaliações, foram feitas visualmente, utilizando-se uma escala entre 0 (Planta normal, igual a testemunha sem tratamento) e 100 (planta morta). Aos 28 DAA, a parte aérea das plantas foi cortada e pesada, em gramas, para obtenção do peso verde por parcela.

5.2.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F no programa SAS, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de porcentagem foram corrigidos, obedecendo o requisito de distribuição normal dos dados.

5.3 Resultados e discussão

A planta daninha *Brachiaria plantaginea*, no estágio de pós-emergência inicial (Tabela 17), mostrou que todos os tratamentos herbicidas foram eficazes, com controle igual a 100%. Na colheita da massa verde (g), nada foi encontrado nas parcelas tratadas, evidenciando o controle total. A evolução das notas de controle observadas a partir dos 7 DAA, que levou ao controle total aos 28 DAA, demonstra que foram necessários pelo menos 21 dias para uma nota de

eficácia acima de 90%, efeito este justificado pelo mecanismo de ação dos herbicidas do experimento (Christoffoleti, 1997; Bachiega & Soares, 2002).

Tabela 17. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Brachiaria plantaginea*

BRAPL ¹ Pós-inicial		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	b	0,0	b	0,0	b	0,0	b	76,7	b
mesotrione + atrazina		57,5	a	81,3	a	93,3	a	100	a	0,0	a
nicosulfuron + atrazina		47,5	a	88,8	a	98,3	a	100	a	0,0	a
nicosulfuron		41,3	a	85,0	a	96,3	a	100	a	0,0	a
foramsulfuron + Iodo ⁴		42,5	a	83,8	a	98,8	a	100	a	0,0	a
DMS ³		17,45		9,9		6,14		-		15,4	
BRAPL ¹ Pós-médio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	c	0,0	c	0,0	c	0,0	d	64,8	a
mesotrione + atrazina		67,5	a	82,5	a	73,8	ab	56,3	b	7,6	c
nicosulfuron + atrazina		66,3	a	68,8	a	57,5	b	30,0	c	23,6	b
nicosulfuron		50,0	b	23,8	b	18,8	c	5,0	d	57,3	a
foramsulfuron + Iodo ⁴		71,3	a	68,8	a	86,3	a	92,5	a	0,4	c
DMS ³		8,54		19,6		20,2		7,7		8,6	
BRAPL ¹ Pós-tardio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	b	0,0	b	0,0	c	0,0	d	70,1	a
mesotrione + atrazina		63,8	a	68,8	a	61,3	b	52,5	c	18,8	b
nicosulfuron + atrazina		55,0	a	70,0	a	70,0	ab	63,8	b	11,7	b
nicosulfuron		58,8	a	70,0	a	71,3	a	66,3	ab	11,9	b
foramsulfuron + Iodo ⁴		60,0	a	75,0	a	76,3	a	72,5	a	11,3	b
DMS ³		16,62		16,52		9,7		8,16		13	

¹ - *Brachiaria plantaginea*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - Iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

Para o estágio de pós-emergência médio (tabela 17), a melhor eficácia demonstrada ocorreu com a aplicação de iodosulfuron + foramsulfuron. Os demais herbicidas e misturas não efetuaram controles satisfatórios e apesar de diferirem estatisticamente entre si, os pesos de massa verde comprovam que não são alternativas de controle viável para a planta daninha citada. A evolução dos sintomas de eficácia até 14 DAA, mostra novamente o funcionamento dos herbicidas, contudo até os 28 DAA, percebe-se que a planta exposta conseguiu superar os danos e produzir massa verde. Acima de 3 perfilhos, nos estágio pós-tardio, a metabolização dos tratamentos herbicidas tornou-se mais evidente, em função do maior desenvolvimento da planta daninha, o que tornou a eficácia de controle baixa para todos os tratamentos, sendo insatisfatória.

Tabela 18. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Panicum maximum*

PANMA ¹ Pós-inicial		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	c	0,0	d	0,0	d	0,0	d	65,1	a
mesotrione + atrazina		41,3	a	63,8	b	65,0	b	56,3	b	19,4	c
nicosulfuron + atrazina		35,0	ab	61,3	b	61,3	b	53,8	b	19,9	c
nicosulfuron		16,3	bc	26,3	c	18,8	c	10,0	c	44,3	b
foramsulfuron + Iodo ⁴		36,3	a	80,0	a	83,8	a	77,5	a	5,9	d
DMS ³		19,86		6,9		12,4		8,9		9,68	
PANMA ¹ Pós-médio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	c	0,0	d	0,0	d	0,0	d	62,6	a
mesotrione + atrazina		56,3	a	68,8	b	62,5	b	52,5	b	22,5	c
nicosulfuron + atrazina		47,5	a	66,3	b	62,5	b	56,3	ab	21,6	cd
nicosulfuron		32,5	b	36,3	c	27,5	c	13,8	c	47,1	b
foramsulfuron + Iodo ⁴		52,5	a	82,0	a	75	a	63,8	a	13,7	d
DMS ³		10,88		7,66		11,08		10,83		8,35	

¹ - *Panicum maximum*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

Tabela 19. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Panicum maximum*, para o estágio pós-tardio

PANMA ¹ Pós-tardio Tratamentos	Controle (%)								Peso Verde ²	
	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha	0,0	c	0,0	d	0,0	d	0,0	c	70,6	a
mesotrione + atrazina	57,5	a	66,3	b	58,8	b	51,3	a	28,9	c
nicosulfuron + atrazina	57,5	a	67,5	b	61,3	b	51,3	a	25,9	c
nicosulfuron	30	b	27,5	c	17,5	c	8,8	b	53,0	b
foramsulfuron + Iodo ⁴	57,5	a	76,3	a	66,3	a	56,3	a	25,7	c
DMS ³	8,73		7,5		4,5		7,12		9,75	

¹ - *Panicum maximum*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - Iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

A planta daninha PANMA (tabela 18 e 19), demonstrou ser extremamente problemática para os herbicidas pós-emergentes, já que independente do estágio ou do tratamento herbicida, o controle foi insuficiente. O tratamento de nicosulfuron foi o mais deficitário em todos os estágios. O tratamento de Iodosulfuron + foramsulfuron efetuou o melhor controle, diferindo estatisticamente dos demais, em todos os estágios da planta daninha, contudo sem caracterizar-se como uma alternativa eficiente de manejo do capim-colonião. Como destaca Oliveira Jr. (2001), a medida que a planta passa de um estágio para outro, aumentando assim em tamanho e em quantidade de tecidos meristemáticos, o controle através dos tratamentos do experimento passou a ser menor, como mostra o aumento da massa verde respectiva do estágio pós-inicial para o pós-tardio.

A planta daninha ELEIN (Tabela 20 e 21) foi eficientemente controlada pelas misturas com atrazina no estágio de pós-emergência inicial. Para o nicosulfuron, mesmo com 1 a 3 folhas, a eficácia foi abaixo da satisfatória, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos herbicidas. No estágio pós-médio foi observada a queda da eficácia para os tratamentos de nicosulfuron +

atrazina e iodosulfuron + foramsulfuron, em função do aumento da capacidade de metabolização destes produtos pela gramínea citada. A mistura de mesotrione com atrazina, pelo efeito sinérgico entre os herbicidas manteve, o controle a 100%, comprovado pelo peso de matéria verde igual a 0. Para o estágio mais avançado do *Eleusine indica*, todos os tratamentos foram ineficazes, com destaque para o nicosulfuron, o qual foi novamente o pior com controle abaixo dos 35% aos 28 DAA, enquanto os demais tratamentos herbicidas mantiveram na faixa de 60% de controle.

Tabela 20. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Eleusine indica*

ELEIN ¹ Pós-inicial		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha		0,0	d	0,0	c	0,0	c	0,0	c	46,2	a
mesotrione + atrazina		81,3	a	100	a	100	a	100	a	0,0	c
nicosulfuron + atrazina		84,3	a	100	a	100	a	100	a	0,0	c
nicosulfuron		42,5	c	73,8	b	70	b	65	b	24,8	b
foramsulfuron + Iodo ⁴		70,0	b	97,0	a	100	a	100	a	0,0	c
DMS ³		10,9		6,74		-		-		7,36	
ELEIN ¹ Pós-médio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha		0,0	b	0,0	d	0,0	d	0,0	d	52,8	a
mesotrione + atrazina		72,5	a	91,3	a	94,5	a	100	a	0,0	d
nicosulfuron + atrazina		73,8	a	72,5	c	72,5	b	72,5	b	12,6	c
nicosulfuron		71,3	a	75,0	bc	61,3	c	45	c	29,2	b
foramsulfuron + Iodo ⁴		73,8	a	78,8	b	77,5	b	75	b	13,2	c
DMS ³		10,23		3,98		5,22		4,6		7,07	

¹ - *Eleusine indica*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

Tabela 21. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Eleusine indica*, para o estágio pós-tardio

ELEIN ¹ Pós-tardio Tratamentos	Controle (%)								Peso Verde ²	
	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	c	0,0	b	0,0	d	0,0	c	56,7	a
mesotrione + atrazina	67,5	a	70	a	67,5	a	60,0	a	24,3	c
nicosulfuron + atrazina	46,3	b	65	a	60,0	b	55,0	a	22,5	c
nicosulfuron	46,3	b	65	a	46,3	c	31,3	b	37,1	b
foramsulfuron + Iodo ⁴	48,8	b	61,3	a	58,8	b	55,0	a	23,3	c
DMS ³	6,74		9,08		6,4		7,83		8,26	

¹ - *Eleusine indica*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

No estágio pós-inicial, a *Digitaria horizontalis* (Tabela 22), foi totalmente controlada pelos tratamentos mesotrione + atrazina e iodosulfuron + foramsulfuron, sendo iguais estatisticamente para a avaliação de peso verde. Os tratamentos de nicosulfuron difereriram estatisticamente dos acima citados e apesar da mistura com atrazina ter um controle satisfatório, observa-se um certo grau de dificuldade para o controle desta planta daninha.

Tabela 22. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Digitaria horizontalis*

DIGHO ¹ Pós-inicial	Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	d	0,0	d	0,0	d	0,0	d	28,4	a
mesotrione + atrazina	97,3	a	100	a	100	a	100	a	0,0	c
nicosulfuron + atrazina	73,8	c	88,8	bc	84,5	c	90,0	b	1,5	bc
nicosulfuron	75,0	c	86,3	c	81,3	c	78,3	c	7,6	b
foramsulfuron + Iodo ⁴	78,8	b	92,5	b	92,5	b	97,8	a	0,4	c
DMS ³	3,61		4,77		4,66		5,13		6,44	
DIGHO ¹ Pós-médio	Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	d	0,0	d	0,0	d	0,0	d	30,2	a
mesotrione + atrazina	88,8	a	96,3	a	97,0	a	96,3	a	0,5	c
nicosulfuron + atrazina	62,5	c	80,0	c	71,3	c	67,5	c	12,4	b
nicosulfuron	62,5	c	76,3	c	71,3	c	67,5	c	16,0	b
foramsulfuron + Iodo ⁴	71,3	b	88,3	b	89,5	b	87,5	b	1,9	c
DMS ³	5,72		5,63		6,81		4,6		5,36	
DIGHO ¹ Pós-tardio	Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	c	0,0	d	0,0	d	0,0	d	33,9	a
mesotrione + atrazina	57,5	a	78,3	a	78,8	a	78,3	a	10,1	c
nicosulfuron + atrazina	42,5	b	61,3	c	55,0	c	43,8	c	20,5	b
nicosulfuron	42,5	b	61,3	c	52,5	c	42,5	c	23,7	b
foramsulfuron + Iodo ⁴	42,5	b	72,5	b	72,5	b	67,5	b	13,8	c
DMS ³	7,41		5,66		5,24		3,89		4,18	

¹ - *Digitaria horizontalis*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - Iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

O tratamento com mesotrione foi o melhor também para o estágio pós-médio (Tabela 22). O Iodosulfuron + foramsulfuron perdeu bastante eficácia neste estágio e não se caracteriza como uma boa alternativa para o controle

neste momento. Os tratamentos com nicosulfuron perderam a diferença entre eles, contudo ainda diferem estatisticamente para o tratamento de iodosulfuron + foramsulfuron e mais ainda para o de mesotrione, sendo os piores neste estágio. Quando os herbicidas foram aplicados no estágio pós-tardio da planta daninha, nenhum dos tratamentos foram eficazes. Entretanto os tratamentos de mesotrione e iodosulfuron + foramsulfuron ainda são os melhores, não diferindo estatisticamente para o peso de massa verde.

Tabela 23. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Ipomoea grandifolia*

IPOGR ¹ Pós-inicial		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	b	0,0	b	0,0	b	0,0	b	76,7	b
mesotrione + atrazina		57,5	a	81,3	a	93,3	a	100	a	0,0	a
nicosulfuron + atrazina		47,5	a	88,8	a	98,3	a	100	a	0,0	a
nicosulfuron		41,3	a	85,0	a	96,3	a	100	a	0,0	a
foramsulfuron + Iodo ⁴		42,5	a	83,8	a	98,8	a	100	a	0,0	a
DMS ³		17,45		9,9		6,14		ñ tem		15,4	
IPOGR ¹ Pós-médio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
Testemunha		0,0	c	0,0	c	0,0	c	0,0	d	64,8	a
mesotrione + atrazina		67,5	a	82,5	a	73,8	ab	56,3	b	7,6	c
nicosulfuron + atrazina		66,3	a	68,8	a	57,5	b	30,0	c	23,6	b
nicosulfuron		50,0	b	23,8	b	18,8	c	5,0	d	57,3	a
foramsulfuron + Iodo ⁴		71,3	a	68,8	a	86,3	a	92,5	a	0,4	c
DMS ³		8,54		19,6		20,2		7,7		8,6	

¹ - *Ipomoea grandifolia*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

Tabela 24. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Ipomoea grandifolia*, no estágio de pós-tardio.

IPOGR ¹ Pós-tardio Tratamentos	Controle (%)								Peso Verde ²	
	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	b	0,0	b	0,0	c	0,0	d	70,1	a
mesotrione + atrazina	63,8	a	68,8	a	61,3	b	52,5	c	18,8	b
nicosulfuron + atrazina	55,0	a	70,0	a	70,0	ab	63,8	b	11,7	b
nicosulfuron	58,8	a	70,0	a	71,3	a	66,3	ab	11,9	b
foramsulfuron + Iodo ⁴	60,0	a	75,0	a	76,3	a	72,5	a	11,3	b
DMS ³	16,62		16,52		9,7		8,16		13	

¹ - *Ipomoea grandifolia*, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

Para a corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) (Tabelas 23 e 24), no estágio pós-inicial, observou o controle a 100% para todos os tratamentos herbicidas. Sendo esta planta extremamente agressiva e em especial, na cultura do milho, um entrave para a colheita, o controle deve ser realmente efetivo. No Pós-médio, apenas com tratamento de iodosulfuron + foramsulfuron alcançou-se um controle considerado satisfatório. Os demais tratamentos foram ineficazes, com destaque para o nicosulfuron, que foi estatisticamente igual a testemunha nas avaliações de controle aos 28 DAA e de massa verde. O tratamento com mesotrione foi o pior no estágio pós-tardio, apesar de não diferir estatisticamente no peso de matéria verde dos demais tratamentos herbicidas. Nenhum dos tratamentos é eficaz no controle de *Ipomoea grandifolia* no estágio de pós-emergência tardia.

A planta mais sensível aos tratamentos com pós-emergentes para a cultura do milho, avaliada neste experimento, foi o picão-preto (*Bidens pilosa*) suscetível aos herbicidas inibidores da ALS (Tabela 25). Nos estádios pós-inicial e pós-médio, os controles foram excelentes e iguais a 100%, para todos os tratamentos herbicidas. No estágio pós-tardio, não houve diferenças estatisticamente significativas, apesar de que o controle caiu bastante,

principalmente para os tratamentos com nicosulfuron. Ainda assim, todas as alternativas de tratamentos herbicidas avaliadas, são eficazes para o controle desta planta daninha.

Tabela 25. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Bidens pilosa* suscetível.

BIDIP SUS ¹ Pós-inicial			Controle (%)						Peso Verde ²	
Tratamentos	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	d	0,0	b	0,0	b	0,0	b	56,1	a
mesotrione + atrazina	100	a	100	a	100	a	100	a	0,0	b
nicosulfuron + atrazina	76,3	b	100	a	100	a	100	a	0,0	b
nicosulfuron	77,5	b	100	a	100	a	100	a	0,0	b
foransulfuron + Iodo ⁴	75,0	b	100	a	100	a	100	a	0,0	b
DMS ³	4,11		-		-		-		ñ tem	
BIDIP SUS ¹ Pós-médio			Controle (%)						Peso Verde ²	
Tratamentos	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	d	0,0	c	0,0	b	0,0	b	53,9	a
mesotrione + atrazina	89,3	a	95,3	a	100	a	100	a	0,0	b
nicosulfuron + atrazina	65,0	b	87,0	b	100	a	100	a	0,0	b
nicosulfuron	58,8	c	83,8	b	100	a	100	a	0,0	b
foransulfuron + Iodo ⁴	62,5	bc	86,3	b	100	a	100	a	0,0	b
DMS ³	5,44		7,03		-		-		ñ tem	
BIDIP SUS ¹ Pós-tardio			Controle (%)						Peso Verde ²	
Tratamentos	07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha	0,0	d	0,0	d	0,0	c	0,0	c	55,7	a
mesotrione + atrazina	87,0	a	92,5	a	94,5	a	98,3	a	0,5	b
nicosulfuron + atrazina	58,8	b	83,8	b	88,3	ab	92,5	ab	1,3	b
nicosulfuron	53,8	c	76,3	c	83,8	b	88,8	b	3,7	b
foransulfuron + Iodo ⁴	62,5	b	83,8	b	90,5	a	95,5	ab	1,3	b
DMS ³	4,16		4,48		6,38		7,8		3,65	

¹ - *Bidens pilosa* Suscetível, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - Iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

No caso da planta daninha *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS (tabela 26), é conhecido que sua resistência é referente aos inibidores da ALS, do grupo químico da sulfonilúreias, o que sugere que os controles dos tratamentos, de nicosulfuron e iodosulfuron + foramsulfuron, sejam ineficazes (Christoffoleti, 2004).

Como pode ser observado, nos tratamentos que envolveram diferentes mecanismos de ação, como mesotrione + atrazina e nicosulfuron + atrazina, foram viáveis para o controle do picão-preto no estágio pós-inicial, demonstrando as melhores notas de eficácia aos 28 DAA. Para os tratamentos com sulfonilúreias, as notas de eficácia já deixaram a desejar, contudo, pelo estágio de 2 a 4 folhas da planta daninha, foram verificados as melhores notas dentre todos os estádios.

No estágio pós-médio, observou-se uma queda de controle para o tratamento de mistura de nicosulfuron + atrazina, em função de que, com a resistência ao nicosulfuron, a dose de atrazina é insuficiente para um controle satisfatório de *Bidens pilosa* resistente com 6 a 8 folhas.

Tabela 26. Resultados de controle (%) e Peso verde (g) aos 28 DAA para *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS

BIDIP RES ¹ Pós-inicial		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha		0,0	d	0,0	d	0,0	d	0,0	d	57,7	a
mesotrione + atrazina		95,8	a	100	a	100	a	100	a	0,0	d
nicosulfuron + atrazina		83,8	b	100	a	100	a	100	a	0,0	d
nicosulfuron		87,5	b	87,5	b	67,5	b	47,5	b	26,1	c
foransulfuron + Iodo ⁴		47,5	c	50	c	42,5	c	28,8	c	45,7	b
DMS ³		7,38		8,73		7,12		6,82		10,33	
BIDIP RES ¹ Pós-médio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha		0,0	c	0,0	d	0,0	d	0,0	c	60,3	a
mesotrione + atrazina		87,5	a	100	a	100	a	100	a	0,0	c
nicosulfuron + atrazina		56,3	ab	65,0	b	56,3	b	50,0	b	30,5	b
nicosulfuron		76,3	a	28,8	c	23,8	c	10,0	c	56,0	a
foransulfuron + Iodo ⁴		26,3	bc	20,0	c	16,3	c	10,0	c	55,2	a
DMS ³		36,21		12,43		10,74		14,11		6,31	
BIDIP RES ¹ Pós-tardio		Controle (%)								Peso Verde ²	
Tratamentos		07 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA			
testemunha		0,0	d	0,0	d	0,0	d	0,0	d	61,4	a
mesotrione + atrazina		88,3	a	91,3	a	91,3	a	88,8	a	4,5	d
nicosulfuron + atrazina		51,3	b	57,5	b	48,8	b	38,8	b	43,1	c
nicosulfuron		17,5	c	23,8	c	16,3	c	11,3	c	54,2	b
foransulfuron + Iodo ⁴		16,3	c	25,0	c	17,5	c	12,5	c	53,1	b
DMS ³		7,24		8,9		5,03		3,98		4,89	

¹ - *Bidens pilosa* Resistente, ² - Peso de Matéria verde (g), ³ - Diferença Mínima Significativa, ⁴ - Iodosulfuron, Letras iguais, na mesma coluna, não representam diferenças estatísticas significativas.

O picão-preto suscetível, no estágio pós-tardio, com mais de 8 folhas, se mostra uma planta facilmente controlável com o uso de pós-emergentes, conforme a tabela 25. O tratamento de nicosulfuron foi o pior, quando para o

Bidens pilosa suscetível, o que se repete para o resistente aos herbicidas inibidores da ALS, sendo igualado agora pelo iodosulfuron + foramsulfuron. O controle com a mistura de mesotrione + atrazina continua como a melhor ferramenta para o controle desta planta daninha, entretanto, o controle para o *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS foi menor que para o suscetível.

5.4 Conclusão

Nas condições em que se realizaram os experimentos, observando-se época e local, pode-se concluir que:

Para a planta daninha *Brachiaria plantaginea*, a eficácia dos tratamentos do ensaio é satisfatória apenas para o estágio de 1 a 3 folhas. O iodosulfuron + foramsulfuron, foi o único tratamento satisfatório para o estágio pós-médio. No estágio pós-tardio nenhum dos tratamentos foi satisfatório.

Entre os tratamentos utilizados no ensaio, não há uma alternativa viável de controle para o *Panicum maximum*. Outras estratégias de controle devem ser usadas para o controle desta planta daninha.

O capim pé-de-galinha, *Eleusine indica*, no estágio pós-inicial foi adequadamente controlado por todos os tratamentos, sendo o nicosulfuron o menos eficiente. Em pós-emergência, com 1 a 3 perfilhos da planta daninha, a alternativa de manejo mais eficaz é o mesotrione. No estágio pós-tardio nenhum dos tratamentos foi satisfatório.

A *Digitaria horizontalis*, foi melhor controlada pelo tratamento mesotrione, em todos os estádios, com relação aos demais tratamentos, sendo insatisfatório apenas para o pós-tardio. No estágio pós-inicial, o tratamento de nicosulfuron, foi o único insatisfatório. No estágio pós-tardio nenhum dos tratamentos foi satisfatório.

Dentro de estágio pós-inicial, todos os tratamentos foram eficazes para o controle de *Ipomoea grandifolia*. No estágio de pós-médio, só o iodosulfuron +

foramsulfuron foi eficiente para esta planta daninha. No estágio pós-tardio nenhum dos tratamentos foi satisfatório.

Para *Bidens pilosa* suscetível, todos os tratamentos pós-emergentes são eficazes, independentemente do estágio. Essa observação permite concluir também que os tratamentos com nicosulfuron e o tratamento com iodosulfuron + foramsulfuron, para *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS, são ineficazes. Como estratégia pós-emergente dentre os tratamentos do experimento, a única opção eficaz para o controle de *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS é o mesotrione.

Finalizando, para o uso de pós-emergentes, deve ser respeitado o estágio mais inicial das plantas daninhas, pois é quando elas são mais facilmente controladas.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Observando-se as condições em que os experimentos foram conduzidos, a conclusão geral da pesquisa foi de que os herbicidas pós-emergentes aplicados na cultura de milho podem ter sua seletividade reduzida quando aplicados simultaneamente com inseticidas e adubos nitrogenados, principalmente nas etapas iniciais de desenvolvimento da cultura, quando foram observados sintomas de injúrias fitotóxicas, porém a influência destas interações sinérgicas de fitotoxicidade na produção final é dependente de uma combinação de fatores climáticos e culturais, sendo que na presente pesquisa não houve qualquer efeito nos parâmetros de produção final, rendimento e peso de 1000 grãos, do híbrido AGN 2012, independentemente das combinações estudadas. A eficácia dos herbicidas pós-emergentes, nicosulfuron isolado ou em mistura com atrazina, mesotrione + atrazina e foramsulfuron + iodosulfuron, estudados nesta pesquisa para o controle de plantas daninhas na cultura de milho, depende do estágio fenológico das plantas daninhas na ocasião da aplicação e da espécie de planta daninha, as quais, nos estágios mais iniciais (monocotiledôneas com 1 a 3 folhas e dicotiledôneas com 2 a 4 folhas), são melhor controladas. A mistura de mesotrione e atrazina constitui-se em uma alternativa eficaz para o controle de *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORYAN, M.L.; GELMINI, G.A.; VICTÓRIA FILHO, R. Eficiência do herbicida Equip Plus no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 347.
- ALMEIDA, J.C.V.; LEITE, C.R.F.; FONTES, A. Eficácia agronômica dos herbicidas foramsulfuron e foramsulfuron + Iodosulfurom methyl, aplicados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas na cultura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 373.
- ALVES, R.F.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; MARCHIORI JR, O.; CARREIRA, S.A.M. Avaliação dos novos herbicidas foramsulfuron + Iodosulfurom para cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 368.
- ANDRADE, F.; CIRILO, A.; UHART, S.; OTEGUI, M. **Ecofisiologia del cultivo de maíz**. Balcarce: La Barrosa, 1996. 292p.
- BACHIEGA, A.L.; SOARES, J.E. Callisto (mesotrione) – Novo herbicida para o controle de plantas daninhas em pós-emergência, na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.655.

- BAERG, R.J.; BARRET, M. Insecticide modifications of cytochrome P450 mediated herbicide metabolism. **Weed Science**, v. 48, p.70, 1993.
- BIANCHI, M.A. Manejo integrado de plantas daninhas. In: CAMPOS, B.C. de (Coord.) **A cultura do milho em plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP; FECOTRIGO, 1998. p.125-142.
- BIEDIGER, D.L.; BAUMANN, P.A.; WEAVER, D.N.; CHANDLER, J.M. MERKLE, M.G. Interactions between primisulfuron and selected soil applied insecticides in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 6, p. 807-812, 1992.
- BLOOMQUIST, J.R. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v.43, p. 701-726, 1998.
- CAETANO, E.; FORNAROLLI, D.A.; MORAES, V.J. Comportamento de herbicidas pós-emergentes aplicados na mistura em tanque com inseticidas na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.369.
- CAREY, J.B.; PENNER, D.; KELLS, J.J. Physiological basis for Nicosulfuron and primisulfuron selectivity in five plant species. **Weed Science**, v.45, p.22-30, 1997.
- CARPINETTI, M.; HADEN, E.; Nicosulfuron herbicida pós-emergente na cultura do milho, controle de dicotiledôneas e monocotiledôneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTA DANINHAS, 19, Londrina, 1993. **Resumos**. Londrina: SBHED, 1993. p.164-166.
- CARVALHO, F.T.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R.R.B.; SOUTO, T.L.; ZAMBON, S. Eficácia de herbicidas no controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002.p. 366.

- CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., Dourados: EMBRAPA, 1997. p. 75-94.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos da resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2. ed. Londrina: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas, 2004. 100p.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; CORTEZ, M.G.; MONQUEIRO, P.A. Bases da resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 3., Passo Fundo, 2001. **Resumo de palestras**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte: 2001. p.39-53.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; MENDONÇA, C.G. de. Controle de plantas daninhas na cultura de milho: enfoque atual. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Coord.) **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2001. p. 60-95.
- CONTEIRO, R.L.; LOPES, M.C. Eficiência e toxicidade de herbicidas no controle de plantas daninhas em pós-emergência na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBPCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 328.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; MARCHIORI JÚNIOR, O.; CARREIRA, S.A.M.; FAGLIARI, J.R.; PAGLIARI, P.H.; PIVETTA, J.P. Seletividade de isoxaflutole aplicado isoladamente e conjuntamente com diuron+hexazinone em cana-de-açúcar em pré e pós emergência. **STAB, Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v. 22, n.1, p. 34-38, 2003.
- CRUZ, I. Manejo de pragas na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2003. p 19-46.

- DAMIÃO FILHO, C.F.; MÔRO, F.V.; TAVEIRA, L.R. Respostas de híbridos de milho ao Nicosulfuron. I - Aspectos biológico e da produção. **Planta Daninha**, v.14, n.1, p.3-13, 1996.
- DARIO, G.J.A.; DARIO P.W.; BALTIERI E.M. Avaliação da eficiência do herbicida SL 950 (nicosulfuron) no controle de plantas daninhas ocorrentes na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTA DANINHAS, 19., Londrina, 1993. **Resumos**. Londrina: SBHED, 1993. p.147-148.
- DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs: PTR Prentice Hall, 1993. 441p.
- DIEHL, K. E.; STOLLER, E. W. Interaction organophosphate insecticides with nicosulfuron and primisulfuron in corn. **Weed Science**, v.45, p.31-32, 1990.
- DIEHL, K.E.; TAYLOR, S.L.; SIMPSON, D.M.; STOLLER, E.W. Effect of soil organic matter on the interaction between nicosulfuron and terbufós in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 43, p. 306-311,. 1995.
- DORNELLES, S.H.B.; DEBORTOLI, M.P.; CAPITANIO, J.; BRONDANI, D.; ABREU, M.R.; BORTOLOTO, R.P. Eficiência da mistura foramsulfuron + Iodosulfurom methyl no controle de plantas daninhas na cultura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.385.
- FAGLIARI, J.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum**, v.23, n.5, p. 1229-1234, 2001.
- FAGLIARI, J.R.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; MARCHIORI JR, O. Utilização de testemunhas duplas na avaliação da seletividade de herbicidas aplicados na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.353.

- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Fenologia do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Coord.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997a. p.131-140.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Milho: ecofisiologia e rendimento. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Coord.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997b. p.157-170.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Determinação do período de interferência de plantas daninhas em milho fundamentado nos estádios fenológicos da cultura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., Recife, 1998. **Resumos**. Recife: Idéia, 1998. p.165.
- FANCELLI, A.L.; OVEJERO, R.F.; DOURADO-NETO, D.; VOCURCA, H. Influência do uso de herbicidas no rendimento e nos componentes de produção de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., Recife, 1998b. **Resumos**. Recife: Idéia, 1998. p.245.
- FELIPPI, C.L.; VAL, C.E.A.; NUNES, E.M.; TREZZI, E.M.; OLIVEIRA, PH.; TRINDADE, V.F.; WOLF, G.; NUNES, A.L.; DEBASTIANI, C. Toxicidade a plantas de milho e eficácia de controle de plantas daninhas em associações entre herbicidas foramsulfuron e iodosulfuron, atrazine e o inseticida clorpirifós. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, v.10, p.131-132, 2004. Suplemento./Apresentado ao 24. Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, São Pedro, 2004-Resumo/.
- FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Ação dos herbicidas atrazina e glufosinate de amônio no aproveitamento de nitrogênio pelas plantas de milho. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.235-245, 2001.

- FRANCO, G. Equip plus (foramsulfuron + iodosulfuron) - Novo conceito em herbicidas sulfoniluréias na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.659.
- FRANCO, G.V. Controle de plantas daninhas. **Correio Agrícola**, n. 1, p. 6-7, jan. / jun. 2003.
- GASSEN, D.N. **Cooplantio**: informativos técnicos. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2002. 150 p.
- GEORGHIOU, G.P., LAGUNES-TEJETA, A. **The occurrence of resistance to pesticides in arthropods**. Roma: FAO, 1991. 318p.
- HARTZLER, B.; PRINGNITZ, B.; OWEN, M. **Interactions between ALS-herbicides and organophosphate insecticides**. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2000/5-22-2000/interaction.html>. dez. 2003.
- HUPPE, H.C; TURPIN, D.H. Integration of carbon and nitrogen metabolism in plant and algal cells. **Annual Review of Plant Physiology** v.45, p.577-607, 1994.
- KAPUSTA, G.; KRAUSZ, R.F. Interaction of terbufós and nicosulfuron on corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 6, p. 999-1003. 1992.
- KIELH, J.C. Uréia: são importantes as perdas de nitrogênio por volatilização. **Álcool & Açúcar**, 28-32p, 1983.
- KLECZKOWSKI, L.A. Inhibitors of photosynthetic enzymes / carriers and metabolism. **Ann Annual Review of Plant Physiology** v. 45, p.339-367, 1993.
- KOZLOWSKI, L.A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.365-372, 2002.
- KRUSE, N.D. Inibidores da síntese de carotenóides. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO Jr., A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Gaúcha, 2001. p.113 - 122.

- KWON, C.S.; PENNER, D. The interaction of insecticides with herbicide activity. **Weed Technology**, v. 9, p. 119-124, 1995.
- LOMBARDI, B. P.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Avaliação de resistência múltipla de *Bidens pilosa* aos herbicidas inibidores da ALS e da PROTOX, através de curvas de dose-resposta, em casa-de-vegetação (compact disc).. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA USP, 12., Piracicaba, 2004 **Resumos**. Piracicaba: ESALQ, 2004.
- LÓPEZ OVEJERO, R.F. Desempenho da cultura de milho (*Zea mays*) submetida a diferentes herbicidas na ausência de plantas daninhas. Piracicaba, 2000. 46p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- LÓPEZ OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M; BARELA, J.F. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2003. p 47-79.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MAROCHI, A.I. Influência da época de dessecação da avena strigosa em sistema de plantio direto no desenvolvimento da cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., Florianópolis, 2002. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: resumos. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo, Epagri, 2002a. p.286.

- MAROCHI, A.I. Influência da época de dessecação da *Lolium multiflorum* em sistema de plantio direto no desenvolvimento da cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., Florianópolis, 2002. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo: resumos**. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo, Epagri, 2002b. p.287.
- MORAES, V.J.; FORNAROLLI, D.A.; CAETANO, E.S. Estudo do comportamento de herbicidas aplicados na mistura em tanque com inseticidas, na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., Florianópolis, 2002. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo: resumos**. Sete Lagoas: ABMS; Embrapa Milho e Sorgo, Epagri, 2002a. p.282.
- MORTON, C.A.; HARVEY, R.G.; KELLS, J.J.; LEUSCHEN, W.E.; FRITZ, V.A. Effect of DPX-V9360 and terbufos on field and sweet corn (*Zea mays*) under three environments. **Weed Technology**, v.5, p.130-136, 1991.
- MORTON, C.A.; HARVEY, R.G.; WEDBERG, J.L.; KELLS, J.J.; LANDIS, D.A.; LEUSCHEN, W.E. Influence of corn rootworm insecticides on the response of field corn (*Zea mays*) to nicosulfuron. **Weed Technology**, v.5, p.130-136, 1994.
- MASCARENHAS, M.H.T. Eficácia e seletividade do mesotrione + (atrazine+ óleo vegetal) sobre híbridos de milho associado à época de aplicação do fertilizante nitrogenado. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, v.10, p.132, 2004. Suplemento./Apresentado ao 24. Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, São Pedro, 2004-Resumo/.
- MIKKELSEN, D.S.; MILLER, M.D. Nitrogen fertilization of rice in California. **Califórnia Agriculture**, v.17, n.8, p.9-11, 1962.

- NICOLAI, M.; ABUJAMRA, C.; LÓPEZ-OVEJERO, R.; BARELA, J.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Avaliação da interação dos herbicidas aplicados na pós-emergência com adubos nitrogenados na cultura do milho. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, v.10, p.130-131, 2004. Suplemento./Apresentado ao 24. Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, São Pedro, 2004-Resumo/.
- OLIVEIRA Jr., R.S. de. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA Jr., R.S. de; CONSTANTIN, J.(Coord.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001a. p.207-260.
- OLIVEIRA Jr., R.S. de. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr., R.S. de; CONSTANTIN, J.(Coord.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001b. p.291-314.
- OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM; CCR/DFS; Palotti, 2000. p.31-50.
- OMOTO, C.; RISCO, M.D.M.; SCHMIDT, J.B.; ZUCCHI, T.D. Resistência de pragas a inseticidas no MIP na cultura do milho (compact disc). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., Florianópolis, 2002 **Resumos**. Florianópolis: Eureka, 2002.
- OSIPE, R.; SIGUINOLFI, C.A.A.; GODOY, C.V. Eficácia e seletividade dos herbicidas aplicados em pós-emergência da cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002b. p.380.
- OSIPE, R.; OSIPI, E.F.; FERRAZ JR, J.R.; FONTES, A.R. Avaliação da eficiência e seletividade dos herbicidas foramsulfuron e foramsulfuron + lodosulfurom methyl, aplicados em pós-emergência da cultura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002a. p.379.

- PASINATTO, P.; FONTES, A.R.; ZAGONEL, J. Controle de plantas daninhas na cultura do milho com a mistura pronta de foramsulfuron + Iodosulfurom methyl sodium isolada e em mistura com atrazina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.387.
- PEIXOTO, C. M.; RAMOS, A.A. **Milho**: manejo de herbicida; caderno técnico, Pelotas: Cultivar, 2002. 10p. (Cultivar Grandes Culturas, 42).
- PENCKOWSKI, L.H. Importância da dessecação para semeadura de milho em plantio direto. **Fundação ABC** para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária. v.4, n.18, p.11-13, 2001.
- PEREIRA, F.A.R.; BAZONI, R.; BUSATO, C.A.C.; GOES, L.C. Seletividade de herbicidas em cultivares de milho (*Zea mays*) nas condições ambientais de mato grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.345.
- PINTO, R.A.; ZAMBON, S.; SANCHEZ, G.A. Equip Plus, o pós-emergente do milho de amplo espectro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.666.
- PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.
- PORPIGLIA, P.J.; RAWLS, E.K.; GILLESPIE, G.R.; PEEK, J.W. A method to evaluate the differential response of corn (*Zea mays*) to sulfonylureas. **Weed Science**, v. 30, p. 86. 1990.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**, Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagens. RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO J.A.; FURLANI A.M.C. (Ed.). **Adubação no estado de São Paulo**. Campinas: 1996. p 56-59. (IAC. Boletim Técnico, 100).

- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. (Ed.). **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos autores, 1995. 675 p.
- ROMAN, E. S. Quando controlar as plantas daninhas. **Revista Plantio Direto**. n.66, p. 12-18, nov./dez. 2001.
- RUEDELL, J. A tecnologia dos herbicidas pós-emergentes. **ICI Agrícola**, n. 45, p.45-49, 1991.
- RUEDELL, J. Dessecação e controle de plantas infestantes no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., Passo Fundo, 1995. **Resumos**. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1995. p.21-27.
- SHELTON, D.R.; PARKIN, T.B. Effect of moisture on Sorption and Biodegradation of Carbofuran in Soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.39, p.2063-2068, 1991.
- SILVA, A.A. da; MELHORANÇA, A.L. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. UEPAE, Dourados. **Milho**: informações técnicas. Dourados, 1991. p.114-127. (Circular Técnica, 20).
- SILVA, A.A.; FREITAS, F.M.; FERREIRA, L.R.; PEREIRA, J.L.; JAKELAITIS, A. Efeitos de mistura de herbicida com inseticida sobre a cultura do milho, as plantas daninhas e a lagarta do cartucho. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, v.10, p.125, 2004. Suplemento./Apresentado ao 24. Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, São Pedro, 2004-Resumo/.
- SILVA, M.T.B. Insetos-pragas: aspectos ecológicos, danos e controle. In: CAMPOS, B.C. de (Coord). **A cultura do milho no plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP, SENAR. 1998, cap. 6, p.95-123.
- SILVA, M.T.B. Manejo de insetos nas culturas de milho e soja. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM, CCR, DFS; Palotti, 2000. p.169-200.

- SKORA NETO, F. Tolerância de híbridos de milho de ciclo precoce e normal ao herbicida Nicosulfuron. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., Londrina, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD; Embrapa Clima Temperado, 2002. p.357.
- TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores da ALS. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. (Ed.). **Herbicidologia** Porto Alegre: Gaúcha, 2001. p. 25-36.
- VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Inibidores de crescimento da parte aérea. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. (Ed.). **Herbicidologia** Porto Alegre: Gaúcha, 2001. p. 123-130.
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; COUTINHO, E.L.M. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados e portadores de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Brasília, 1984. **Anais**. p.130-147.
- WARE, G.W. **The pesticide book**. Fresno: Thomson Publications, 1989. 340p.
- WILCUT, J.W.; EASTIN, E.F.; RICHBURG III, J.S.; VENCILL, W.K.; WALLS, F.R.; WILEY, G. Imidazolinone systems for southern weed management in resistant corn. **Weed Science**, v.43 p.5, 1993.
- WILLINK, E.; OSORES, V.M.; COSTILLA, M.A. El gusano cogollero del maíz. **Avance Agroindustrial**, v.12, p.3-7, 1991.