**RESISTÊNCIA DE BIÓTIPOS DE *Euphorbia heterophylla* L.,
Bidens subalternans L. E *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.
A HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)**

GERSON AUGUSTO GELMINI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. **DR. RICARDO VICTORIA FILHO**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia, Área de Concentração:
Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo –Brasil
Janeiro - 2001

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Gelmini, Gerson Augusto

Resistência de biótipos de *Euphorbia heterophylla* L., *Bidens subalternans* L. e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. a herbicidas utilizados na cultura da soja (*Glycine max* (L.)

Merrill / Gerson Augusto Gelmini. - Piracicaba, 2001.

147 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

Bibliografia.

1. Amendoim bravo 2. Capim marmelada 3. Picão preto 4. Planta daninha 5.
Resistência a herbicida 6. Soja I. Título

CDD 633.34

E R R A T A

Página	Onde se lê	Leia-se
xii	DL ₅₀	LD ₅₀
2	agrossistema	agroecossistema
3	amostras	amostras de sementes
3-50	(escapes)	"escapes"
9	devido porém, a	com
12	além do FSII, e que ainda possuem as enzimas mutadas	além do FS II
39	excessão	exceção
41	Kissmann & Groth (1992); Vargas et al. (1999 ^a)	Vargas et al. (1999 ^a)
48	purificadas	limpas
48	diversas épocas	seis épocas
48	uma série de experimentos	nove experimentos
48	algumas plantas daninhas	três plantas daninhas
49	contínua e sistemática	sistemática e prolongada
50	contínuo e sistemático	sistemático e prolongado
50	procedente	suscetível,
51	geográfica	dos experimentos
51	Na condução dos experimentos	Na condução dos experimentos em blocos ao acaso com quatro repetições
51-52	química de macronutrientes	química
52	Análises	Resultados das análises
52	Mehlich – 1:10 = K, Na, Fé, Mn, Cu, Zn	Mehlich – 1:10 = K
52	⁽⁵⁾ c.mol.c.dm ⁻³	⁽⁵⁾ c.mol.c.dm ⁻³
52	H, Al, SB, CTC	H ⁽⁵⁾ , Al ⁽⁵⁾ , SB ⁽⁵⁾ , CTC ⁽⁵⁾
52	C	C(g.dm ⁻³)
53	duas e três	duas a três
53	A formulação de campo	A calda herbicida
53	o volume de calda	o volume foi
54	inibidores de	Inibidores da
55-56	g.i.a.	g.i.a./e.a.
57		
55-56	Pivot 100 g.i.a.L ⁻¹	Pivot 100 g.e.a. L ⁻¹
56	Nos tratamentos com	Nos tratamentos com fomesafen e
56	1140	1440
57	772	672
58	soja	soja na dose de 15-20 g.ha ⁻¹
59	soja	soja na dose de 100 g.ha ⁻¹
59	soja	soja na dose de 225-250 g.ha ⁻¹
60	soja	soja na dose de 150-180 g.ha ⁻¹
61	soja	soja na dose de 40-60 g.ha ⁻¹
61	soja	soja na dose de 720 g.ha ⁻¹
62	soja	soja na dose de 500-600 g.ha ⁻¹
63	soja	soja na dose de 360-2160 g.ha ⁻¹
64	soja	soja na dose de 84-108 g.ha ⁻¹
64	soja	soja na dose de 68,7-110 g.ha ⁻¹
65	soja	soja na dose de 90-250 g.ha ⁻¹
66	soja	soja na dose de 96-120 g.ha ⁻¹
66	soja	soja na dose de 125 g.ha ⁻¹
67	soja	soja na dose de 75-100 g.ha ⁻¹

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ficam registrados à todos que direta ou indiretamente colaboraram na realização desse trabalho, e em especial às seguintes instituições e pessoas.

Ao Professor Dr. Ricardo Victoria Filho, pela orientação, incentivo e por mais essa oportunidade.

Ao Engenheiro Agrônomo Hideo Dodo, exemplo de dedicação, pelo apoio e confiança depositada desde o início de minhas atividades profissionais.

À Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo pela possibilidade de realização desse curso.

À Hoechst Schering AgrEvo do Brasil, através do Engenheiro Agrônomo José Benildo da Silva Mattos, pelo apoio e utilização das dependências da Estação Experimental de Cosmópolis para instalação dos experimentos e à toda equipe, nas pessoas dos colegas e amigos Warley Adriano Palota, Paula Antunes, Gilberto Beckedorff, Izabel Cristina Gagliardi e em especial ao companheiro Marcio Luiz Adoryan, pela dedicação e auxílio na condução dos experimentos.

À Engenheira Agrônoma Maria do Carmo Soares Novo, pesquisadora do Instituto Agronômico de Campinas, pelo apoio, processamento e análise estatística dos dados.

Aos amigos Engenheiro Agrônomo Bernardo Lorena Neto, Ilza Rosa Balbo Lorena e Maria Célia Rodrigues, pelo apoio, sugestões na sistematização dos dados e editoração desse trabalho.

Aos Professores Dr. Pedro Jacob Christoffoleti da ESALQ e Dr. Walter Artur, do CENA pela manifestação de apoio e confiança

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, e em especial à Elizabete Sarkis São João, Helena Rodrigues de Camargo, Luiz Ferrari, Aparecido Mendes, Ony Rodrigues de Campos, Antonio Rodrigues dos Santos, pela forma dedicada que sempre me auxiliaram.

E em especial, à Sonia, Helô, Mari e Bruno pelo incentivo, paciência e apoio carinhoso.

“O lavrador que trabalha deve ser o primeiro a gozar dos frutos”

Paulo (II Timóteo, 2:6)

“Por seus frutos os conhecereis”

(Mateus, 7:16)

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS	vii
RESUMO.....	ix
SUMMARY	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas	4
2.1.1 Conceitos e definições.....	4
2.1.2 Evolução histórica.....	7
2.1.3 Resistência cruzada e múltipla	9
2.1.4 Adaptabilidade ecológica de biótipos resistentes.....	12
2.1.5 Resistência aos inibidores da ALS	16
2.1.6 Resistência aos inibidores da ACCase.....	23
2.1.7 Prevenção e manejo da resistência	31
2.1.8 Estudo da resistência com curvas de dose-resposta.....	38
2.2 A planta daninha <i>Euphorbia heterophylla</i> L.	39
2.3 A planta daninha <i>Bidens subalternans</i> L.....	42
2.4 A planta daninha <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.....	45
3 MATERIAL E MÉTODOS	48
3.1 Caracterização dos experimentos.....	49
3.1.1 Procedência do material	49
a) <i>Euphorbia heterophylla</i> L.(EPHHL)	49
b) <i>Bidens subalternans</i> L.(BIDSU).....	50
c) <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.(BRAPL).	50
3.1.2 Localização geográfica	51
3.1.3 Recipiente de plantio e substrato.....	51
3.1.4 Semeadura e obtenção das plântulas.....	52

3.1.5 Aplicação dos herbicidas.....	53
3.1.6 Tratamentos.....	54
a) Chlorimuron-ethyl.....	58
b) Imazethapyr.....	58
c) Fomesafen.....	59
d) Lactofen.....	60
e) Flumiclorac-pentil.....	61
f) Bentazon.....	61
g) Glufosinato de amônio.....	62
h) Glyphosate.....	63
i) Clethodim.....	63
j) Fenoxaprop-p-ethyl.....	64
l) Fluazifop-p-butil.....	65
m) Haloxyfop-methyl.....	65
n) Propaquizafop.....	66
o) Quizalofop-p-ethyl.....	67
p) Sethoxydim.....	67
q) Fenoxaprop-p-ethyl.....	68
r) Óleo mineral emulsionável.....	69
s) Nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico.....	69
3.1.7 Avaliações.....	70
3.1.8 Análise dos resultados e curvas de dose-resposta.....	70
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4.1 Avaliação de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL).....	72
4.2 Avaliação de <i>Bidens subalternans</i> L. (BIDSU).....	95
4.3 Avaliação de <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (BRAPL).....	101
5 CONCLUSÕES.....	109
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS.....	145

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₁ e ES ₁). Cosmópolis, SP, 1997.....	82
2	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₂ e ES ₂). Cosmópolis, SP, 1997.....	83
3	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₃ e ES ₃). Cosmópolis, SP, 1998.....	84
4	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₄ e ES ₄). Cosmópolis, SP, 1998.....	85
5	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₅ e ES ₅). Cosmópolis, SP, 1998.....	86
6	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₆ e ES ₆). Cosmópolis, SP, 1998.....	87
7	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₇ e ES ₇). Cosmópolis, SP, 1998.....	88

8	Controle e redução na fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL) resistentes ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr através de herbicidas alternativos. Cosmópolis, SP, 1997/98.....	94
9	Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para <i>Bidens subalternans</i> L. (biótipos BR e BS). Cosmópolis, SP, 1998.....	97
10	Controle e redução na fitomassa verde de <i>Bidens subalternans</i> L. (BIDSU) resistente ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr, através de herbicidas alternativos. Cosmópolis, SP, 1998.....	100
11	Curvas de dose-resposta dos herbicidas sethoxydim e fluazifop-p-butil para <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (BRAPL- biótipos BR e BS). Cosmópolis, SP, 1998.....	104
12	Controle e redução na fitomassa verde de <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (BRAPL) resistente ao fluazifop-p-etil e sethoxydim através de herbicidas alternativos. Cosmópolis, SP, 1998.....	108

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Análises granulométrica e química de macronutrientes do substrato utilizado nos experimentos com <i>E. heterophylla</i> (EPHHL), <i>B. subalternans</i> (BIDSU) e <i>B. plantaginea</i> (BRAPL).....	52
2 Tratamentos utilizados nos experimentos com <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL) Cosmópolis, SP, 1997/99.....	55
3 Tratamentos utilizados nos experimentos com <i>Bidens subalternans</i> L. (BIDSU) Cosmópolis, SP, 1998.....	56
4 Tratamentos utilizados nos experimentos com <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (BRAPL). Cosmópolis, SP, 1998/99.....	57
5 Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₁ e ES ₁) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1997.....	73
6 Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₂ e ES ₂) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1997.....	74
7 Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₃ e ES ₃) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	75
8 Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₄ e ES ₄) aos 20 dias	

	após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	76
9	Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₅ e ES ₅) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	77
10	Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₆ e ES ₆) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	79
11	Controle e produção de fitomassa verde de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL-biótipos ER ₇ e ES ₇) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	79
12	Valores encontrados para controle (DL ₅₀), fitomassa verde (GR ₅₀) e fator de resistência (FR) nos tratamentos com os herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para os diversos biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (EPHHL). Cosmópolis, SP, 1997/98.....	89
13	Alternativas para controle de biótipos de <i>Euphorbia heterophylla</i> L.(EPHHL) resistentes ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr Cosmópolis, SP, 1997/98.....	92
14	Controle e produção de fitomassa verde de <i>Bidens subalternans</i> L. (BIDSU-biótipos BR e BS) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	96
15	Valores referentes ao controle (DL ₅₀), fitomassa verde (GR ₅₀) e fator de resistência (FR) nos tratamentos com chlorimuron-etyl e imazetaphyr para os biótipos de <i>Bidens subalternans</i> L. (BIDSU). Cosmópolis, SP, 1998.....	98

16	Alternativas para controle de biótipo de <i>Bidens subalternans</i> L. (BIDSU) resistente ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr Cosmópolis, SP, 1998.....	100
17	Controle e produção de fitomassa verde de <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (BRAPL-biótipos BPR e BPS) aos 20 dias após a aplicação dos (DAA) herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.....	103
18	Valores referentes ao controle (LD_{50}), fitomassa verde (GR_{50}) e fator de resistência (FR) nos tratamentos com os herbicidas fluazifop-p-butil e sethoxydim para os biótipos de <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (BRAPL). Cosmópolis, SP, 1998.....	105

RESISTÊNCIA DE BIÓTIPOS DE *Euphorbia heterophylla*, *Bidens subalternans* E *Brachiaria plantaginea* A HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA SOJA

Autor: GERSON AUGUSTO GELMINI

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

RESUMO

Os herbicidas constituem-se na principal medida de controle de plantas daninhas na cultura da soja, mas através da pressão de seleção, em função do uso contínuo e prolongado de produtos com mesmo mecanismo de ação pode ocorrer a manifestação de biótipos resistentes. Para verificar possíveis e novos casos, bem como alternativas para prevenção e manejo, foram coletadas sementes de *Euphorbia heterophylla* L. nas regiões produtoras de Assis (SP), Caarapó (MS), Cascavel (Pr), Nova Aurora (Pr) e Tupanciretã (RS), bem como de *Bidens subalternans* L. na de São Gabriel D'Oeste (MS), em plantas que sobreviveram à contínuos tratamentos com herbicidas inibidores da ALS; além de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc., em Manguinhos (Pr), aos inibidores da ACCase. Através de experimentos conduzidos em vasos e em casa-de-vegetação, esses biótipos foram comparados aos suscetíveis quando submetidos a tratamentos que envolveram os principais herbicidas de aplicação em pós-emergência usados na cultura. Esses, foram aplicados quando as dicotiledôneas apresentavam duas a quatro folhas e até o início do perfilhamento da gramínea, nas doses zero, duas, quatro e oito vezes a normalmente recomendada e utilizada em condições de campo. Aos vinte dias após os tratamentos, foram avaliados parâmetros relativos ao controle e produção de fitomassa verde, visando estabelecimento

de curvas de dose-resposta e obtenção dos fatores de resistência a partir dos valores da LD_{50} e GR_{50} . Os biótipos de *E. heterophylla* e *B. subalternans* apresentaram diferentes níveis de resistência aos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr, demonstrando serem portadores de resistência cruzada aos inibidores da ALS dos grupos das sulfoniluréias e imidazolinonas. Além de flumiclorac-pentil (40 g.ha^{-1}) e glyphosate (360 g.ha^{-1}) para a primeira espécie e bentazon (720 g.ha^{-1}) e glyphosate (180 g.ha^{-1}) para a segunda, ambas populações foram eficientemente controladas nos tratamentos com fomesafen (250 g.ha^{-1}), lactofen (120 g.ha^{-1}) e glufosinato de amônio (150 g.ha^{-1}). O biótipo de *B. plantaginea* apresentou diferentes níveis de resistência aos herbicidas inibidores da ACCase fluazifop-p-butil e sethoxydim, dos grupos dos aril oxi-fenoxi-propionatos e hidroxi-ciclo-hexenos, mas não apresentou resistência múltipla aos inibidores de GS e EPSPs, sendo eficientemente controlado por glufosinato de amônio (150 g.ha^{-1}) e glyphosate (180 g.ha^{-1}).

RESISTANCE OF *Euphorbia heterophylla*, *Bidens subalternans* AND *Brachiaria plantaginea* BIOTYPES TO HERBICIDES IN SOYBEAN CROP

Author: GERSON AUGUSTO GELMINI

Adviser: Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

SUMMARY

Herbicides are the most used tool to the control of weeds in the soybean crop. However, the continuous and prolonged use of products with the same pattern of action can induce the manifestation of resistant biotypes. To examine new cases and options of prevention and management as well *Euphorbia heterophylla* L. seeds were collected at Assis (SP), Caarapó (MS), Cascavel (PR), Nova Aurora (PR) regions, and *Bidens subalternans* L. seeds were collected at São Gabriel d'Oeste region at plants wich survived to treatments with ALS inhibitors. Also *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.. seeds were collected at Manguueirinha (PR) at plants that survived to ACCase inhibitors. These biotypes were compared to the susceptible ones and were submitted to treatments with the main post emergent herbicides used on soybean crop. All trials were done in pots inside a green house. These herbicides were applied at the doses of zero, two, four and eight times to the normal rate when broad leaves showed two to four leaves until the beginning of grass tilling. The control and the green weight were assessed twenty days after application for the establishment of dose-response curves and resistance factor to the DL50 and GR50 values. The *E. heterophylla* and *B. subalternans* biotypes showed different levels of resistance to the herbicides chlorimuron-ethyl and imazethapyr and cross resistance to ALS inhibitors of the

sulfonilureias and imidazolinone groups. Flumiclorac-pentil (40 g.ha^{-1}), glyphosate (360 g.ha^{-1}) was efficient to *E. heterophylla* control and bentazon (720 g.ha^{-1}), glyphosate (180 g.ha^{-1}) to *B. subalternans* control, both populations were efficiently controlled in the treatments with fomesafen (250 g.ha^{-1}), lactofen (120 g.ha^{-1}) and ammonium glufosinate (150 g.ha^{-1}). *B. plantaginea* biotype showed different levels of resistance to the ACCase inhibitor herbicides fluazifop-p-butyl and sethoxydim, of the aril oxi-fenoxi-propionatos and hidroxi-ciclo-hexenos groups, but had not multiple resistance to GS and EPSPs inhibitors, being efficiently controlled by ammonium glufosinate (150 g.ha^{-1}) and glyphosate (180 g.ha^{-1}).

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constitui-se no agronegócio com maior capacidade de geração de divisas internacionais por meio da exportação do complexo grão-óleo-farelo (Roessing & Guedes, 1993; Melo Filho et al., 1996; Caruso, sd), impulsionando diversos setores agroindustriais com relevante papel sócio econômico (Câmara, 1998). Encontra-se distribuída em cerca de treze milhões de hectares e sua produção na safra 1998/99, da ordem de 31 milhões de toneladas de grãos, que apresentou rendimento médio de 2422 quilos por hectare (Roessing et al., 1995; Melo Filho et al., 1996; Peixoto, 1998; Embrapa, 1999) é sustentada pela forte antecipação da comercialização aproveitando o período entre fevereiro e maio para realizar boa relação de troca com os principais insumos, pela ótima produtividade nas áreas de cerrado, da tradicional boa liquidez e da expansão nas regiões de fronteira agrícola (Pessôa & Fiori, 2000).

Neste contexto, considerando que a produção nacional tem representado aproximadamente 20% da mundial (Roessing et al., 1995), possíveis acréscimos na oferta poderão ser obtidos não só pelo aumento da área de cultivo, mas também, principalmente, através de incrementos na produtividade da cultura (Barbosa et al., 1999). Por outro lado, dentre os componentes do sistema de produção passíveis de gerenciamento pelo homem, o adequado e oportuno manejo das plantas daninhas para minimizar os efeitos da sua interferência indesejável, constitui importante prática para

obtenção de maiores rendimentos por unidade de área. (Pitelli, 1980; 1982; 1985; Velini, 1989; 1997; Spadoto & Luchiari, 1993; Melhorança et al., 1996).

Muito embora o controle dessas plantas possa ser efetuado através dos métodos cultural, biológico, físico e mecânico, mas inseridos no período de prevenção da interferência, de modo a possibilitar a redução dos seus efeitos negativos (Durigan et al., 1983; Pitelli, 1985; Velini, 1989; Embrapa, 1995; 1997; 1998;1999; Empaer, 1997); em se tratando de cultura típica de médias e grandes propriedades (Melo Filho et al., 1996; Embrapa, 1999), o controle químico vem sendo amplamente adotado não só devido ao espaçamento utilizado no plantio, mas principalmente, em função da pronta disponibilidade de herbicidas, da economia de mão-de-obra e da rapidez da operação (Burnside, 1992; Embrapa, 1995; 1997; 1998; Empaer, 1997; Pereira et al., 1999), ainda que esses produtos possam representar cerca de 35% das despesas efetuadas com insumos (Embrapa, 1999).

Assim é, que as vendas desses agroquímicos durante o período de 1995 a 1997 sofreram acréscimos da ordem de 65%, representando quase 50% do volume comercializado no país (IEA, 1999); e tal situação parece justificar, em parte, o fato de que aproximadamente 40% dos herbicidas aqui registrados apresentam indicações de uso aprovadas para essa cultura (Gelmini, 1991; Compêndio de Defensivos Agrícolas, 1996; 1999; Empaer, 1997; Embrapa, 1999; Pereira et al., 1999; Rodrigues & Almeida, 1998).

No entanto, a pressão de seleção exercida pelo herbicida no agrossistema tem levado à redução ou eliminação de indivíduos suscetíveis, possibilitando tanto o aumento do número de espécies tolerantes, como de biótipos resistentes que provavelmente já existiam na população, mas em frequência bastante baixa (Holt & LeBaron, 1990; Betts et al., 1992; Christoffoleti et al. 1994; Christoffoleti, 1997; Christoffoleti & Cortez; 1999; Ponchio, 1997; Vidal & Fleck, 1997). No Brasil, em áreas cultivadas com soja tem sido verificado a existência de diversos biótipos de *Bidens pilosa* L. e *Euphorbia heterophylla* L. resistentes aos herbicidas inibidores da ALS (Ponchio

et al., 1996; Christoffoleti et al., 1996; 1997; Ponchio, 1997; Theisen et al., 1997; Vidal & Fleck, 1997^b; Gazziero et al., 1998^{a,b}; Vargas et al., 1998^{a,d,e,f}; 1999^{a,b}; Buzatti, 1999; Buzatti et al., 1999) e de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. aos inibidores da ACCase (Gazziero et al., 1997; Vidal & Fleck, 1997^b; Christoffoleti et al., 1998; Cortez et al., 1999).

Com o objetivo de determinar a ocorrência de novas espécies ou biótipos resistentes, de estabelecer a magnitude das doses necessárias para provocar o mesmo efeito em biótipos suscetíveis e resistentes, bem como de alternativas para o controle, foram conduzidos diversos experimentos independentes com alguns dos principais herbicidas passíveis de serem utilizados nessa cultura. Esses, envolveram amostras de biótipos de *E. heterophylla*, *B. subalternans* e *B. plantaginea* coletadas à partir de plantas (escapes) que sobreviveram a tratamentos com diversos herbicidas em diferentes áreas de produção de soja do país

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas

2.1.1 Conceitos e definições

De acordo com a teoria evolucionista de Darwin, a espécie, como um todo, vai mudando sua constituição, uma vez que seus indivíduos evoluem na mesma direção, fazendo com que a população da próxima geração tenha elevada frequência dos tipos que tiveram maior sucesso em sobreviver e se multiplicar nas condições ambientais vigentes . Desse modo, as frequências dos elementos que constituem a população deverão sofrer alterações com o tempo; razão pela qual aqueles mais bem adaptados ao ambiente se tornarão dominantes (Suzuki et al., 1992; Mattiello et al., 1999). O surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas é um exemplo de evolução de plantas como consequência das alterações ambientais provocadas pelo homem (Maxwell & Mortimer, 1994; Christoffoleti et al., 1994).

Vários conceitos relacionados com resistência de plantas daninhas aos herbicidas vem sendo objeto de proposições por diferentes autores ao longo do tempo e relacionados com a capacidade de algumas plantas resistirem a ação de determinadas doses desses produtos, que no entanto, apresentam-se letais para outras da mesma espécie.

Assim, para Gressel & Segel (1978) plantas resistentes são aquelas que sobrevivem a doses que normalmente controlariam plantas

suscetíveis da mesma espécie, enquanto que Holt & LeBaron (1990) consideram que qualquer definição do termo resistência deve estar relacionada com o uso do herbicida, sob condições de campo e em sua dose tecnicamente recomendada para controle das plantas daninhas.

No entanto, Sawicki (1987), além da dose recomendada, incorpora também o conceito de evolução, de modo a marcar a alteração genética em resposta à seleção imposta pelo herbicida. Desse modo, para Warwick (1991), a resistência encontra-se relacionada com a sobrevivência de plantas daninhas submetidas à doses de herbicidas normalmente utilizadas em condições de campo, como resultado da seleção ou da resposta genética às repetidas exposições aos produtos com mecanismo de ação similar.

Nesse sentido, Thill (1995^b) considera que resistência é o desenvolvimento através da pressão de seleção, de plantas daninhas resistentes a herbicidas em função das mudanças genéticas ocorridas em resposta à seleção imposta por esses produtos, mesmo quando usados nas doses tecnicamente recomendadas.

Segundo os membros do Comitê de Terminologia da Weed Science Society of America, resistência é a capacidade herdada que permite à planta sobreviver e reproduzir quando exposta à doses do herbicida, que no entanto, em condições normais, seriam letais aos demais integrantes da população. Pode ocorrer tanto de maneira natural, através da seleção, como induzida, devido o uso de técnicas relacionadas com engenharia genética e seleção de segregantes produzidos por cultura de tecidos ou mutagênese (WSSA, 1999^{a,b}; 2000).

Todavia, Matiello et al. (1999) consideram que embora as diferentes técnicas de manipulação de organismos desenvolvidos na engenharia genética possam ser instrumentos capazes de produzir novos indivíduos, essas, evidentemente, não devem ser dirigidas à produção de novos biótipos de plantas daninhas.

Torna-se conveniente salientar que a resistência, muito provavelmente, não se desenvolve em razão do uso do herbicida, uma vez que não há evidências que esses produtos possam ser agentes indutores de mutações, mas sim, selecionadores, dentro de uma população geneticamente diferenciada; mesmo porque esses agroquímicos são obrigatoriamente avaliados quanto à sua capacidade mutagênica antes de serem lançados no mercado (Holt et al., 1993; Kissmann, 1996; Matiello et al., 1999).

Ainda que Bettini et al. (1987) possam ter relatado que o uso de doses subletais em plantas sensíveis de *Chenopodium album* resultaram nas gerações subseqüentes, progênies resistentes à triazinas, o que segundo Maxwell & Mortmer (1994) pode indicar que a resistência a esses herbicidas é passível de ser induzida pelo uso desses produtos em baixas doses; a ocorrência de fenótipos resistentes, já nessas pequenas quantidades, pode também ser precursora de fenótipos resistentes à altas doses (Darmency & Garquez, 1990).

No entanto, as constantes e repetidas aplicações de herbicidas têm exercido alta pressão de seleção, provocando às vezes, mudanças significativas na flora (Holt & Le Baron, 1990; Betts et al., 1992; Christoffoleti et al., 1994). E essas, relacionam-se diretamente com o aparecimento de biótipos resistentes devido a seleção de genes que estavam presentes na população antes de qualquer exposição ao herbicida; mas em frequência bastante baixa (Christoffoleti et al., 1994; Vidal & Fleck, 1997^a) e da ordem de um indivíduo para 10^6 a 10^{20} plantas ou sementes existentes na área (Stannard & Fay, 1987; Gressel, 1991; Christoffoleti & Cortez, 1999).

Desse modo, diferencia-se da tolerância, uma vez que essa, se constitui um fenômeno poligênico e relacionada com a capacidade inerente da planta em tolerar um herbicida aplicado na sua dose normal de uso (Leite et al., 1998). Mesmo sofrendo injúrias, a manutenção da capacidade dessas plantas sobreviverem e reproduzirem encontra-se na dependência da variabilidade genética natural da espécie; existindo na população, no entanto, aquelas que

naturalmente toleram mais ou menos determinado herbicida (Moss, 1990; Vargas et al., 1999^a; Weed Science, 1998).

Ponchio (1997) considera que a resistência encontra-se relacionada com a habilidade da população de plantas resistir a doses significativamente maiores do que os biótipos predominantes na população podem suportar; enquanto que a tolerância relaciona-se com a dose do herbicida que a planta é capaz de suportar, mas antes mesmo de haver qualquer pressão de seleção exercida por esses produtos.

As diferenças entre biótipos resistentes e suscetíveis de uma espécie, podem ser quantitativamente expressas através da comparação das doses de herbicida necessárias para promover 50% de controle da população (LD_{50}), reduzir 50% a sua biomassa (GR_{50}) ou a atividade enzimática (I_{50}) de plantas tratadas em comparação com as não tratadas (Maxwell & Mortimer, 1994; Vargas et al., 1999^b). A relação média ou fator de resistência, obtida pela divisão do valor encontrado nos biótipos resistente e suscetível, expressa ainda, o número de vezes em que a dose necessária para controlar 50% das plantas do biótipo suscetível deve ser superior para que possa ocorrer o mesmo efeito com o resistente (Gazziero et al., 1997; 1998^b).

2.1.2 Evolução histórica

A primeira constatação de plantas resistentes ocorreu em 1957 com herbicidas do grupo dos fenoxiacéticos em biótipos de *Commelina diffusa* nos Estados Unidos da América do Norte e *Daucus carota* no Canadá (WSSA, 1998). Em 1970, no Estado de Washington, foram descobertos biótipos de *Senecio vulgaris* resistentes a simazine (Ryan, 1970) nos quais, posteriormente, foram constatados resistência as triazinas devido a mutação ocorrida nos seus cloroplastos (Radosevich et al., 1979).

Desde então, o número de relatos no mundo têm crescido à uma média anual de aproximadamente nove casos, o que tem permanecido

relativamente constante desde 1978, uma vez que em mais de trinta anos após a primeira constatação, haviam sido catalogadas cerca de cem espécies reconhecidamente resistentes em quarenta países (Heap, 1997^{a,b}).

Até 1983, 67% dos casos documentados eram de biótipos resistentes as triazinas, 13% aos bipiridílios e 12% aos auxínicos, com as demais categorias perfazendo o restante (Heap, 1997^{a,b}). Por volta de 1990, dos 113 biótipos de plantas resistentes, 51% eram representadas por triazinas e 14% pelos bipiridílios, enquanto que 35% envolviam treze diferentes classes de herbicidas (LeBaron, 1991; 1992).

As alterações detectadas nas proporções após 1983, foram devidas principalmente à introdução dos herbicidas inibidores da ALS e ACCase, possuidores de características favoráveis à seleção de biótipos resistentes e utilizados em grande escala em várias culturas. Entre 1984 e 1997, enquanto que biótipos resistentes a triazinas representavam apenas 15% do número de novos casos, a quantidade de plantas resistentes aos inibidores da ALS e ACCase eram de respectivamente 28 e 11%. Nesse mesmo período, biótipos resistentes aos bipiridílios e mimetizadores de auxinas representavam 15 e 5% respectivamente, enquanto que 26% encontravam-se relacionados com as demais classes de herbicidas (Heap, 1999).

Em 1998 haviam 216 biótipos resistentes e as informações disponíveis em janeiro de 2000 indicavam a existência de 233, assim distribuídos: 27% para inibidores da ALS, 26% para triazinas, 11% para bipiridílios, 9% para inibidores da ACCase, 8% para mimetizadores de auxina, sendo que para os 19% restantes, encontravam-se uréias e amidas, dinitroanilinas, triazoles, cloroacetamidas, tiocarbamatos, derivados da glicina e organoarseniacaais, entre outros (Heap, 2000). No Brasil, os casos de resistência observados em áreas de soja encontram-se atualmente relacionados com inibidores da ALS e ACCase (Heap, 2000).

2.1.3 Resistência cruzada e múltipla

As plantas daninhas podem suportar diferentes padrões de resistência em relação aos herbicidas. Assim, Singh & Shaner (1995) citam os tipos denominados resistência cruzada e resistência múltipla.

A resistência cruzada segundo Vargas et al. (1999^a) verifica-se quando um biótipo é resistente a dois ou mais herbicidas, devido porém, a apenas um mecanismo de ação.

Para Powles & Howat (1990), esse tipo ocorre quando biótipos de plantas daninhas que desenvolveram resistência através de único mecanismo, após pressão de seleção em função de contínuos tratamentos com herbicidas, exibem também resistência a outro herbicida quimicamente diferente, mas portador do mesmo mecanismo de ação.

Nessa mesma linha, Cortez & Christoffoleti (1999) consideram que essa resistência é a expressão de um mecanismo que estabelece a habilidade da planta resistir ou suportar herbicidas de diferentes grupos químicos; podendo ser conferida por gene unitário ou, em caso de herança quantitativa, por dois ou mais genes, que no entanto, influenciam um único mecanismo. Esses mesmos autores identificam ainda, duas categorias de resistência cruzada, ou seja, com ou sem sítio de ação.

Na resistência cruzada com sítio de ação, uma mudança bioquímica ocorrida no local de ação do herbicida, também pode conferir resistência à outras moléculas de diferentes grupos que atuam no mesmo local da planta (Heap, 1997^{a,b}; Powles & Preston, 1998; Cortez & Christoffoleti, 1999, CPRH, 1999). No entanto, esse tipo não confere obrigatoriamente, resistência aos herbicidas de todos grupos químicos que possuem o mesmo local de ação; podendo desse modo, existir variações ao nível de resistência cruzada dos biótipos a herbicidas de grupos diferentes (Mallory-Smith et al., 1990; Powles & Preston, 1998; Cortez & Christoffoleti, 1999; Vargas et al., 1999^a).

Essa situação foi observada por Mallory-Smith et al. (1990) que trabalhando com biótipo da planta *Lactuca serriola* verificaram ser a mesma resistente ao imazapyr e ao imazethapyr, mas ao mesmo tempo suscetível ao imazaquin. Nesse sentido, Vargas et al. (1999^a) trabalhando com *Euphorbia heterophylla* também verificaram que o biótipo estudado apresentou resistência cruzada aos inibidores da ALS, como imazethapyr e imazamox, mas não ao imazapyr; uma imidazolinona do mesmo grupo químico, que conseqüentemente atua também pela inibição dessa mesma enzima.

De modo semelhante, foi observado em biótipos de *Lolium rigidum* e *Kochia scoparia* portadores de resistência cruzada aos inibidores da ALS, diferentes níveis de resistência aos outros produtos pertencentes aos diversos grupos que, no entanto, também agem inibindo essa mesma enzima; e tal fato encontra-se relacionado com pequenas diferenças na sua ligação com a molécula herbicida e das diferentes mutações verificadas no gene que a codifica (Powles & Preston, 1998).

Em nossas condições, nas áreas produtoras de soja, os casos de resistência cruzada envolvem principalmente biótipos de *Bidens pilosa* L. e *Euphorbia heterophylla* L. ao inibidores da ALS dos grupos sulfoniluréias, imidazolinonas, triazolopirimidinas, sulfonamidas e pirimidiloxibenzoatos (Christoffoleti et al., 1996; 1997; Ponchio et al., 1996; Ponchio, 1997; Theisen et al., 1997; Vidal et al., 1997; Gazziero et al., 1998^b; Vargas et al., 1998^{a,d,e}, 1999^{a,b}; Buzatti, 1999; Buzatti et al., 1999) e *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. aos inibidores da ACCase dos grupos aril oxi-fenoxi-propionatos e hidroxi-ciclo-hexenos (Gazziero et al., 1997; Christoffoletti et al., 1998, Buzatti, 1999; Buzatti et al., 2000; Rodrigues & Almeida, 1998; Vargas et al., 1999^{a,b}; Heap, 2000).

Do mesmo modo, selecionados pelo uso de herbicidas inibidores da ACCase pertencentes aos grupos aril oxi-fenoxi-propionatos ou ciclohexanodionas, biótipos de *Lolium rigidum* apresentaram maior resistência aos herbicidas do primeiro grupo; e esse diferente nível de resistência pode ser

resultado não só das diversas mutações ocorridas no gene que codifica a enzima, mas também, do tipo de alelo (Powles & Preston, 1998).

A resistência cruzada sem sítio de ação é conferida por outros mecanismos envolvidos tanto com a redução na absorção do herbicida pela planta, como na sua translocação, com conseqüente diminuição na atividade em função do aumento na detoxificação, além de mudanças na compartimentação intra ou intercelular e do aumento da regeneração dos danos provocados pelo uso do agroquímico (Cortez & Christoffoleti, 1999).

Essa, foi verificada em biótipos de *Lolium rigidum* encontrados na Austrália, que embora resistentes aos inibidores da ACCase, não apresentaram alterações na enzima, mas sim, pequenos aumentos no metabolismo do herbicida. Nesse caso, acredita-se que as moléculas não metabolizadas possam ter sido imobilizadas ou armazenadas de modo a evitar sua ação sobre a enzima (Powles & Preston, 1998).

Nessa mesma linha, esses autores consideram que o metabolismo dos herbicidas inibidores da ACCase e ALS possa ser também efetuado através do CyT P₄₅₀, da mesma maneira que se verifica na cultura do trigo. Essa planta é resistente a vários desses produtos em função da rápida metabolização da molécula herbicida por aril-hidroxilação catalisada pelo CyTP₄₅₀ monooxigenase.

A resistência múltipla se verifica quando a planta daninha se apresenta resistente a herbicidas com diferentes mecanismos de ação decorrente de dois ou mais mecanismos distintos (Rubim, 1991) e nesse caso, a natureza alógama de algumas espécies indesejáveis, juntamente com sua capacidade de dispersão em áreas cultivadas, são altamente eficazes de modo a exercerem marcante e significativa contribuição para seu desenvolvimento (Christoffoleti et al, 1999).

Esse tipo, apresenta-se como problema mais complexo e de difícil solução, uma vez que nos casos mais simples, dois ou mais mecanismos conferem resistência a apenas um herbicida ou a um grupo de herbicidas; enquanto que nos mais graves, dois ou mais mecanismos podem perfeitamente

conferir resistência a diversos herbicidas de diferentes grupos químicos (Powles & Preston, 1998).

Essa situação pode contribuir significativamente para aumentar ainda mais a dificuldade de se efetuar o controle da planta daninha, que também pode ser agravada quando os mecanismos que conferem resistência encontram-se relacionados ao local de ação e outros mecanismos, como o metabolismo. Nesse caso, para seu manejo adequado, torna-se necessário o emprego de associações ou aplicações sequenciais de herbicidas que não tenham sua atividade afetada pelos mecanismos de resistência em questão (Powles & Preston, 1998).

Com poucos casos de resistência múltipla registrados até o momento, Powles & Preston (1998) relatam a descoberta na Austrália, de biótipos de *Alopecurus myosuroides* que apresentam capacidade de resistirem a quinze herbicidas diferentes, incluindo diclofop, pendimethalin e simazine; bem como de *Lolium rigidum* que metabolizam herbicidas inibidores da ACCase e ALS, além do FSII, e que ainda possuem as enzimas mutadas.

2.1.4 Adaptabilidade ecológica de biótipos resistentes

Dentre os fatores relacionados com aparecimento de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, a adaptação ecológica representada tanto pelo sucesso reprodutivo como pela proporção de genes que um biótipo deixa no conjunto da população, constitui-se de grande importância para sobrevivência de modo a aumentar ainda mais sua proporção ao longo do tempo (Ponchio, 1997; Matiello et al., 1999).

Biótipos mais adaptados são normalmente mais competitivos e capazes de aumentar sua proporção ao longo dos anos (Christoffoleti et al., 1994); razão pela qual a evolução da resistência encontra-se relacionada com o desenvolvimento de condições ambientais mais favoráveis aos indivíduos resistentes (Vargas et al., 1999^a). Assim, mutantes podem se tornar

predominantes quando ocorrerem alterações no ambiente que os favoreçam, ou então, serem extintos, quando essas se apresentarem prejudiciais. Entretanto, se o mesmo processo seletivo for empregado repetidamente, com o passar do tempo a desvantagem poderá ser reduzida gradualmente pela seleção, dando origem a indivíduos altamente competitivos (Vargas et al., 1999^{ab}).

Nesse aspecto, diversos estudos efetuados com biótipos resistentes aos inibidores do fotossistema II demonstraram que esses, não só apresentaram menor taxa fotossintética, como também menor produção de fitomassa e capacidade competitiva quando comparados aos suscetíveis (Holt et al., 1981; Ahrens & Stoller, 1983, Holt & Thill, 1994).

Tal fato encontra-se relacionado com mutações no gene *psbA* ocorridas em nível de cloroplasto nos biótipos resistentes e que codifica o transportador de elétrons quinona Qb; razão pela qual essas plantas apresentam redução no fluxo de elétrons com consequência negativa na produção de fitomassa por planta, além de menor capacidade competitiva (Ahrens & Stoller, 1983; Holt & Thill, 1994).

Segundo Christoffoleti et al. (1994), embora ainda não se tenha demonstrado na prática, existem evidências que se um biótipo resistente encontra-se em competição natural com o suscetível, na ausência do fator de pressão de seleção representado pelo herbicida, é de se esperar a exclusão do resistente no decorrer do tempo.

Todavia, em experimentos conduzidos em condições não competitivas, foi observado que os parâmetros relativos ao potencial fotossintético de crescimento de alguns biótipos resistentes aos herbicidas dos grupos das triazinas, apresentaram-se semelhantes aos encontrados nas populações suscetíveis (Schonfeld et al., 1987); o que também foi verificado em *Abutilon theophrasti* (Gray et al., 1995) e *Alopecurus myosuroides* resistentes ao herbicida chlorotoluron, um típico inibidor do fotossistema II (Chauval & Gasquez, 1991).

Em relação aos inibidores da ALS, existem evidências que os biótipos de plantas daninhas resistentes não são necessariamente menos produtivos que os suscetíveis da mesma espécie (Vargas et al., 1999^{a,b}; Monqueiro, 1999). A semelhança de adaptabilidade ecológica entre biótipos resistentes e suscetíveis à esses inibidores se deve provavelmente ao fato de que a ALS encontrada em ambos apresenta a mesma eficiência; uma vez que os testes “in vitro” com essa enzima têm mostrado que a velocidade de transformação de substrato, um produto por ela mediado, se apresenta igual para ambos (Christoffoleti et al., 1994).

Desse modo, trabalhando com plantas de *Lactuca serriola* resistentes e suscetíveis aos herbicidas do grupo das sulfoniluréias, Gurjett et al. (1996) não observaram diferenças na velocidade de germinação das sementes; o mesmo ocorrendo com *Lolium rigidum* quanto aos aspectos envolvidos com dormência e taxa de crescimento.

Em biótipos de *Euphorbia heterophylla* resistentes aos herbicidas inibidores da ALS, do grupo das imidazolinonas, Vargas et al. (1999^a) também não evidenciaram diferenças em relação aos suscetíveis no que se refere aos parâmetros relacionados com dormência das sementes, taxas de germinação e crescimento, profundidade de germinação e emergência, período de viabilidade no solo e produção de fitomassa.

Entretanto, em *Kochia scoparia* os resultados apresentaram-se contraditórios, existindo biótipos resistentes cujas sementes apresentando maior concentração de valina, leucina e isoleucina livre, germinaram mais rapidamente que as do suscetível, ainda que em determinadas temperaturas (Dyer et al., 1993). Nesse aspecto outros biótipos resistentes apresentaram menor, igual e maior produção de fitomassa que os suscetíveis (Holt & Thill, 1994); cuja variabilidade pode estar relacionada com o tipo de mutação ocorrida no gene que codifica a enzima ALS (Vargas et al., 1999^a).

Para herbicidas inibidores da ACCase, também as evidências indicam haver equivalência entre populações resistentes e suscetíveis de

diversas espécies, uma vez que em biótipos resistentes de *Digitaria sanguinalis* e *Setaria faberi*, autores como Wiederholt & Stoltenberg (1996^{a,b}) não observaram diferenças no desenvolvimento e na competitividade quando comparados aos suscetíveis.

No caso de biótipos de *Lolium rigidum*, mesmo que os resistentes aos inibidores da ACCase tenham germinado e emergido após os suscetíveis, os parâmetros relativos a taxa de crescimento, área foliar e produção de fitomassa apresentaram-se semelhantes. Contudo, indivíduos de *Eleusine indica* resistentes a esses mesmos herbicidas apresentaram produção de fitomassa 46% menor que a verificada nos suscetíveis (Holt & Thill, 1994).

Em plantas de *Lolium rigidum* e *Lolium multiflorum* com resistência múltipla aos inibidores da ALS e ACCase, também não foram encontradas diferenças de comportamento, uma vez que apresentaram idêntica capacidade competitiva e produção de fitomassa (Matthews et al., 1990; Holtum et al., 1991; Holt & Thill, 1994; Gill et al., 1996).

Para inibidores do fotossistema I, embora a resistência não tenha apresentado efeitos negativos sobre as sementes dos biótipos mutantes; indivíduos de *Hordeum leporinum* e *Conyza canadensis* demonstraram menor capacidade competitiva. Entretanto, tal fato não foi atribuído aos efeitos no fluxo de elétrons, mas provavelmente, ao envolvimento do ponto de saturação luminosa (Holt & Thill, 1994).

Sob o ponto de vista genético, o tipo de herança da resistência constitui aspecto de fundamental importância no seu estabelecimento em uma população de plantas. Em se tratando de herança citoplasmática ou materna, onde os caracteres hereditários são transmitidos via citoplasma localizados em organelas como mitocôndria, complexo de Golgi ou cloroplasto e onde apenas a planta-mãe poderá transferir as características para os filhos; a evolução da resistência se verifica mais lentamente. Nesse caso, a transmissão deverá acontecer somente naquela geração e o número de indivíduos resistentes estará na dependência completa do genótipo reproduzir maior quantidade de

sementes viáveis, como anteriormente observado em algumas situações de resistência a triazinas (Jasienniuk et al., 1996; Matiello et al., 1999).

Por meio da herança nuclear, como ocorre em biótipos resistentes aos inibidores da ALS, a transmissão se verifica através dos cromossomos, de modo que tanto o pai como a mãe podem transferi-la. Nessa situação, o processo se verifica mais rapidamente devido a migração de alelos via pólen, cujo intercâmbio entre plantas resistentes e suscetíveis permite sua dispersão, principalmente naquelas com altas taxas de fecundação cruzada, o que determina a estreita correlação entre os fluxos gênico e de distribuição de pólen; mesmo com variações relativas à espécie, mecanismo de polinização e das condições climáticas durante a floração (Mulugeta et al., 1994; Stallings et al., 1995; Jasienniuk et al., 1996; Matiello et al., 1999).

Nesse sentido, a maioria dos biótipos registrados como resistentes nos últimos dez anos apresentam genes nucleares com expressão gênica de dominância completa ou parcial. Essa constatação se torna extremamente importante, uma vez que a velocidade de dispersão dos mesmos é muito maior quando comparada com a de origem citoplasmática, devido a transmissão pelo pólen e da polinização cruzada comum nas plantas daninhas. Assim, com a transferência de genes de resistência através do grão de pólen para um biótipo suscetível da mesma espécie e pela recombinação sexual, seus descendentes podem vir a se tornarem resistentes à determinado modo de ação de um herbicida (Matiello et al., 1999).

2.1.5 Resistência aos inibidores da ALS

Os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) também conhecida como acetohidroxiácido sintetase (AHAS) determinaram uma nova geração de produtos para agricultura (Leite et al., 1998) cuja introdução se deu a partir de 1982, através do chlorsulfuron para uso em cereais (Saari et al., 1994). No mercado brasileiro os primeiros foram imazaquin

e chlorimuron-ethyl, lançados simultaneamente em 1986 para o controle de diversas dicotiledôneas na cultura da soja (Ponchio, 1997; Leite et al., 1998).

De grande versatilidade e capazes de solucionar muitos dos problemas de controle de plantas daninhas (Leite et al., 1998), esses herbicidas vêm sendo muito utilizados em razão da baixa toxicidade ao homem e animais, da alta seletividade às culturas onde são indicados, além da extrema eficácia, mesmo nas baixas doses em que são normalmente aplicados (Hess, 1994; Saari et al., 1994; Ponchio, 1997; Hidalgo, 1999).

Em nossas condições, com base na legislação que disciplina esses produtos, verifica-se a existência de dezenove herbicidas e 37 marcas comerciais que envolvem os grupos químicos carboxi-pirimidinil, imidazolinona, sulfonilureia, sulfamoidureia e triazolopirimidina sulfonanilida, destinados ao controle de plantas daninhas nas culturas de algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão, milho, tomate, trigo e soja (Gelmini, 1991; Compêndio de defensivos agrícolas, 1996; 1999; Vidal, 1997; Leite et al., 1998; Rodrigues & Almeida, 1995; 1998; Vargas et al., 1999^a).

Na cultura da soja, atualmente existem sete herbicidas representados por doze marcas comerciais envolvendo imidazolinonas, sulfoniluréias e triazolopirimidina sulfonanilidas, que possuem indicações de uso devidamente aprovadas pelos órgãos oficiais competentes (Empaer, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998; Embrapa, 1998; 1999; Compêndio de defensivos agrícolas, 1999; Pereira et al., 1998; 1999).

Codificada por gene nuclear dominante localizado nos plastídeos (Mazur & Falco, 1989; Saari et al., 1994; Vidal, 1997; Vargas et al., 1999^a), ALS é a primeira enzima que atua na rota da biossíntese de acetolactato, formado pela condensação de um mol de piruvato; bem como naquela em que é produzido acetohidroxibutirato, resultado da condensação de um mol de piruvato com um mol de α - oxibutirato e respectivamente precursores de valina, leucina e isoleucina (Bryan, 1990; Stidham & Singh, 1991; Eberlein et al., 1997; Christoffoleti et al., 1994). E esses são aminoácidos essenciais de cadeia

ramificada não sintetizados por mamíferos que devem ser supridos através da alimentação (Vidal, 1997; Leite et al., 1998).

A síntese de valina e leucina é efetuada respectivamente após duas e quatro reações envolvendo oxoisovalerato, um substrato produzido à partir de acetolactato; enquanto que a de isoleucina se verifica após três reações com o acetohidroxitirato (Christoffoleti, 1997; Vidal, 1997).

Desse modo, nas plantas suscetíveis tratadas com esses herbicidas, a paralisação da síntese de valina, leucina e isoleucina, que ocorre aproximadamente duas horas após a aplicação, influi negativamente no processo de divisão celular com conseqüente inibição do crescimento (Leite et al., 1998, Puríssimo, 1998; Rodrigues & Almeida, 1998; Kissmann, 2000). O efeito final da deficiência desses três aminoácidos, essenciais para o metabolismo, bem como a falência geral do mecanismo da síntese proteica comandada pelo DNA, levam a planta ao desequilíbrio que interfere fundamentalmente nos sistemas enzimático e de constituição estrutural (Vidal, 1997; Leite et al., 1998).

Como conseqüência, as plantas apresentam crescimento retardado ou inibido em poucas horas, mesmo com os sintomas visuais levando alguns dias para aparecerem e a morte ocorrer após várias semanas do tratamento (Gelmini, 1998; Leite et al., 1998; Rodrigues & Almeida, 1998).

Os tecidos meristemáticos parecem ser os primeiros a serem afetados e as folhas jovens tornam-se cloróticas, murcham, necrosam e morrem. Numa etapa seguinte, esses efeitos são espalhados para o restante da planta; algumas vezes com aparecimento de pigmentos vermelhos ou roxos devido a presença de antocianina, principalmente nas nervuras na região abaxial das folhas, que também sofrem abscisão (Cobb, 1992; Vidal, 1997; Vargas et al., 1999^a). Em algumas espécies, pode ocorrer encurtamento dos entrenós, espessamento na base do caule e pouco desenvolvimento do sistema radicular, com raízes secundárias curtas e de tamanho uniforme (Vidal, 1997; Leite et al., 1998; Rodrigues & Almeida, 1998).

Por outro lado, cogita-se também que somente a redução de aminoácidos não seria suficiente para provocar a morte das plantas suscetíveis, uma vez que outras alterações fisiológicas e metabólicas podem contribuir para a mesma (Leite et al., 1998). Nesse sentido, em plantas tratadas com esses herbicidas foi observado, rápida e potente inibição da divisão celular, além da alongação das células de raízes e folhas jovens após um período de três horas da aplicação (Vidal, 1997; Leite et al., 1998).

Ainda, nesse aspecto, sabe-se que oxoiiisovalerato é precursor de coenzima A, necessária para síntese de Acetil-CoA, um intermediário de extrema importância em muitas rotas metabólicas nos vegetais, entre as quais a síntese de lipídeos e terpenos que envolve giberelinas relacionadas com crescimento e desenvolvimento (Leite et al., 1998); razão pela qual os danos provocados em plantas tratadas com sulfoniluréias foram extremamente reduzidos à medida que foi suprimido oxoiiisovalerato nas mesmas (Singh & Shaner, 1995).

Considerando que as plantas superiores apresentam grande habilidade para metabolizar ou complexar compostos estranhos que encontram no ambiente, inclusive poluentes industriais e agroquímicos (Cole, 1994); a base para seletividade desses herbicidas encontra-se relacionada com a habilidade das culturas sobreviverem à aplicação em uma dose específica, enquanto que plantas daninhas suscetíveis são injuriadas ou mortas (Leite et al., 1998; Kissmann, 2000).

Em plantas tolerantes, a detoxificação de herbicidas se verifica devido a rápida conversão para compostos inativos (Kleschick et al., 1992; Singh & Shaner, 1995; Thill, 1995^a). Mesmo considerando que oxidação, redução de hidrólise, desalquilação e conjugação sejam as principais reações bioquímicas que resultam na detoxificação desses produtos (Hatzios & Penners, 1981; Rodrigues & Almeida, 1998) e com a rota metabólica apresentando-se específica para cada molécula, ainda que possa haver mais

que uma, o caminho mais comum se dá através da hidroxilação do anel aromático ou do grupo alquil (Cole, 1994).

Nessa situação, reações seguintes de conjugação com constituintes naturais da planta podem ser extremamente facilitadas, como se verifica com a introdução do grupo hidróxido na molécula do herbicida que, catalisada pela enzima hidroxilase, facilita significativamente a conjugação com açúcares e conseqüente formação de éster-glicosídeo (Leite et al., 1998).

Em soja, a seletividade desses herbicidas encontra-se relacionada com a habilidade das plantas metabolizá-los rapidamente para forma não tóxica; enquanto que pouco ou nenhum metabolismo ocorre nas espécies suscetíveis objeto de controle (Sweetser et al., 1982; Shaner et al., 1984; Ladner, 1990; Stidham & Shaner, 1990; Kleschick et al., 1992; Liebel, 1995).

Chlorimuron-ethyl apresenta meia vida de uma a três horas, sendo metabolizado através de duas rotas concorrentes onde é degradado através da conjugação com homoglutationa, responsável por aproximadamente 75% do processo, e da deesterificação, que resulta na inativação do ácido carboxílico pela ALS (Brown, 1990; Brown et al., 1987; Rodrigues & Almeida, 1998).

Todavia, plantas jovens de soja e com menos de três trifólios possuem menor taxa de metabolização, o que conseqüentemente, aumenta o risco de fitotoxicidade. Tal situação se deve ao fato de apresentarem baixa concentração de aminoácidos sulfurados em razão da presença de hemoglutationa, um tripeptídeo formado por glutamato, cisteína e alanina; análoga a glutatona que ocorre naturalmente em algumas leguminosas e cujo grupo reativo é o tiol (SH) presente na molécula de cisteína (Leite et al., 1998).

Para imidazolinonas, do mesmo modo que ocorre com sulfoniluréias, a rota de degradação depende do herbicida, e no caso do imazethapyr, cuja meia vida é de 6,6 dias, a detoxificação se verifica através da hidroxilação do grupo alquil, tornando-o inativo após sofrer conjugação com glicose (Cole et al., 1989; Stidham & Shaner, 1990; Hess & Anderson, 1995).

No entanto, mesmo utilizados com sucesso em diferentes situações, a resistência de algumas plantas daninhas a esses herbicidas vêm se constituindo num crescente problema em vários locais (Saari et al., 1994; Heap, 1997^{a,b}, 1999) e tal fato, encontra-se relacionado não só com características favoráveis à seleção desses biótipos devido a alta eficácia e especificidade, mas também, principalmente, por serem freqüente e continuamente aplicados em grandes áreas (Saari et al., 1994; Hidalgo, 1999; Vargas et al., 1999^a).

Assim, desde a identificação de biótipos resistentes de *Kochia scoparia* e *Lactuca serriola* após cinco anos da introdução do chlorsulfuron em áreas de trigo nos Estados Unidos da América do Norte, a quantidade desses casos vêm sofrendo contínuos acréscimos, uma vez que atualmente sabe-se da existência de cerca de 53 espécies resistentes a esses herbicidas (Mallory-Smith et al., 1990; Primiani et al., 1990; Heap, 1999).

Embora a resistência aos inibidores da ALS possa também estar relacionada ao aumento do metabolismo capaz de converter esses herbicidas em compostos menos tóxicos (Kemp et al., 1990; Christopher et al., 1991; Shaner, 1991; Cotterman & Saari, 1992; Jeffers et al., 1996); o mecanismo principal envolvido é decorrente da alteração da enzima no sítio de ação, tornando a planta insensível (Leite et al., 1998; Monqueiro, 1999).

Na metabolização, ainda que possam ocorrer diversos tipos de reações relacionadas com detoxificação (Cole, 1994; Leite et al., 1998); existem indícios que as principais enzimas envolvidas são monooxigenases do citocromo P₄₅₀, também conhecidas como oxigenases e a glutathione-S-transferase, responsáveis respectivamente pela catalização de reações de oxidação e conjugação (Hatzios & Penner, 1981; Cole, 1994; Christoffoleti et al., 1994; Vidal, 1997).

No caso de alterações na enzima, a resistência encontra-se relacionada às mudanças que ocorrem ao nível de DNA devido à mutação do gene que a codifica (Mallory-Smith et al., 1990; Guttieri et al., 1992; 1995;

Eberlein & Guttieri, 1993; Saari et al., 1994; Powles & Preston, 1998) e com alterações estruturais na seqüência dos aminoácidos, os herbicidas se tornam incapazes de acoplarem à mesma de modo a inibir sua ação (Christoffoleti, 1997).

A acetolactato sintase apresenta 670 aminoácidos (Holt et al., 1993) e dois tipos de alterações nas proteínas dominantes parecem influir no processo (Guttieri et al., 1992; 1995). No primeiro, uma região com treze aminoácidos e denominada de centro ativo ou domínio A pode conferir resistência tanto em plantas daninhas como em cultivadas, por apresentar a substituição da prolina 173 por alanina, glutamina, histidina, serina ou treonina, responsáveis por alterações funcionais na enzima (Guttieri et al., 1992; 1995; Powles & Preston, 1998); enquanto que outra, conhecida por domínio B, pode amplificá-la (Lee et al., 1988; Guttieri et al., 1992).

Além da prolina 173, outros aminoácidos constituintes da ALS podem ser substituídos originando plantas resistentes, como no caso da troca da serina, posição 653 para asparagina (Vidal, 1997) ou através da substituição de uma leucina por triptofano na posição 570 (Foes et al., 1998).

Todavia, algumas plantas que não apresentam mutações no domínio A, podem se mostrar resistentes em função de modificação da ALS, indicando desse modo, a existência de outras regiões do gene da ALS onde podem ocorrer alterações que causem resistência (Hall & Devine, 1990; Primiani et al., 1990; Guttieri et al., 1992; 1995; Saari et al., 1992; Brown & Cotterman, 1994; Kwon & Penner, 1995; Monqueiro, 1999).

Embora biótipos resistentes a determinado inibidor da ALS possam apresentar resistência a outros herbicidas inibidores dessa mesma enzima (Saari et al., 1994); a alteração enzimática pode ser acompanhada, muitas vezes, por diferentes níveis de resistência aos diferentes produtos dessa mesma classe (Hall & Devine, 1990; Primiani et al., 1990; Saari et al., 1992; Horak & Peterson, 1995).

Nessa situação encontram-se alguns biótipos de *Lactuca serriola*, resistentes aos herbicidas do grupo das sulfoniluréias tais como chlorsulfuron e sulfometuron-methyl (Mallory-Smith et al., 1990; Hidalgo, 1999) bem como as imidazolinonas como imazapyr e imazethapyr, mas não ao imazaquin (Hidalgo, 1999; Vargas et al., 1998^{e,f}; 1999^a). Do mesmo modo, alguns biótipos de *Xanthium strumarium* resistentes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas, não o são para o grupo das sulfoniluréias (Hidalgo, 1999).

No Brasil, além de *Sagittaria montevidensis* em arroz inundado (Noldin et al., 1999), diversos biótipos de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes aos inibidores da ALS foram identificados em áreas cultivadas com soja nos Estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul submetidas durante vários anos consecutivos a aplicação desses herbicidas, destacando-se, no entanto, produtos a base de chlorimuron-ethyl e imazethapyr aplicados em pós-emergência total. (Christoffoleti et al., 1996; 1997; Ponchio et al., 1996; Ponchio, 1997; Theisen et al., 1997; Vidal et al., 1997; Vidal & Merotto Jr.; Gazziero et al., 1998; Buzatti, 1999; Buzatti et al., 1999; Vargas et al., 1998^{a,d,e}; 1999^a).

2.1.6 Resistência aos inibidores da ACCase

A acetil coenzima A carboxilase (ACCase) se constitui na coenzima responsável pela formação de uma proteína biotinada que através da utilização de ATP, catalisa a reação de carboxilação do acetil-CoA para formar malonil-CoA nos plastídeos e citosol; embora nesses compartimentos, não seja utilizado para as mesmas funções. Nas plantas, participa de várias reações e rotas metabólicas, entre as quais biossíntese e alongação de ácidos graxos, síntese de flavonóides e transferência do grupo malonil a aminoácidos e glicosídeos (Devine et al., 1992; Devine, 1997; Vidal, 1997).

Os herbicidas inibidores da ACCase foram lançados no final da década de 70 para controle específico de gramíneas quando aplicados em pós-

emergência. Desde então, a utilização dos mesmos vêm sendo gradativamente ampliada em razão da alta eficácia e seletividade nas culturas onde são indicados, além dos aspectos ambientais e toxicológicos extremamente favoráveis (Rodrigues & Almeida, 1995; 1998; Heap, 1999; Vargas et al., 1999^a).

Atualmente em nossas condições, considerando a legislação que disciplina produtos agrotóxicos e afins, verifica-se a existência de cerca de quatorze marcas comerciais envolvendo onze herbicidas classificados nos grupos químicos aril-oxi-fenoxi-propionatos; ariloxi-fenoxi; cloro-fenoxi; ciclohexenonas; derivados do ácido fenoxicarboxílico; derivados da quinolina; éster propiônico fenoxi e hidroxí-ciclo-hexenos (Gelmini, 1991; Compêndio de defensivos agrícolas, 1996; 1999; Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998; Embrapa, 1998; 1999; Pereira et al., 1998; 1999).

Esses herbicidas também podem ser agrupados como ariloxifenoxipropionatos (APP), envolvendo atualmente diclofop-methyl, fenoxaprop-ehtyl, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butil, haloxyfop-methyl, haloxyfop-R, propaquizafop além do quizalofop-p-ethyl, e ciclohexanodionas (CHD), representados em nossas condições por butroxydim, clethodim e sethoxydim (WSSA, 1994; Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998; Vargas et al., 1999^{a,b}). Embora esses produtos possam apresentar algumas diferenças na sua estrutura química, as duas categorias possuem grande semelhança quanto aos aspectos fisiológicos e bioquímicos relacionados com a atividade biológica sobre plantas daninhas e seletividade às culturas onde são aplicados (Rodrigues & Almeida, 1998).

Os APP são geralmente lipofílicos, não apresentam alta mobilidade no floema, típica de ácidos fracos; e sendo formulados como ésteres do ácido original, penetram com maior facilidade nos tecidos foliares, onde através de rápida hidrólise, retornam à forma anterior. Os CHD não possuem a forma éster, não sofrem hidrólises na planta e variam, nas suas estruturas, através de substituições de posições do anel ciclohexano. Encontram-se

sujeitos à rápida fotólise e podem ser desprotonados, o que lhes confere característica de ácido fraco (Cortez, 1998).

São destinados ao controle de gramíneas em diversas culturas, como algodão, alface, arroz, batata, café, cebola, cenoura, citros, crisântemo, eucalipto, feijão, fumo, girassol, gladiolo, rosa, tomate e soja, onde apresentam-se altamente seletivos, razão pela qual são aplicados em pós-emergência total (Gelmini, 1995; 1996^{a,b,c,d}; Gelmini & Campos Lasca, 1995, 1996; Gelmini & Christoffoleti, 1996; Gelmini & Longhi, 1996^{a,b}; Gelmini & Trani, 1996; Gelmini et al., 1998; Rodrigues & Almeida, 1998, Compêndio de defensivos agrícolas, 1999; Pereira et al., 1998; 1999).

Nessas, a seletividade encontra-se relacionada com a insensibilidade da ACCase presente nos cloroplastos, mas que se apresenta em nível suficiente para produzir todo malonil-CoA necessário para a célula; uma vez que a enzima uniproteica, de forma procariota presente no citoplasma das dicotiledôneas é altamente insensível a ação desses herbicidas (Walker et al., 1989; Sasaki et al., 1995; Vidal, 1997).

Por outro lado, no que se refere a utilização desses produtos em culturas monocotiledôneas, apenas diclofop-methyl vem tradicionalmente ocupando lugar de destaque, uma vez que em função de sua seletividade, encontra-se registrado e com instruções de uso devidamente aprovadas para controle de diversas gramíneas na cultura do trigo (Rodrigues & Almeida, 1998; Vargas et al., 1998^c; Compêndio de defensivos agrícolas, 1996; 1999). Nesse cereal, ambos os sítios de ação representados pela membrana plasmática e plastídeo são sensíveis ao herbicida; razão pela qual a inibição da biossíntese lipídica e a despolarização da membrana são superadas pelo rápido metabolismo e conseqüente detoxificação (Shimabukuro & Hoffer, 1988; 1991), o que lhe confere boa seletividade (Vargas et al., 1998^c).

Após desesterificação, esse herbicida sofre hidroxilação irreversível, resultando na perda da atividade. O grupo hidroxila é rapidamente conjugado com glicose, de modo a permitir acúmulo simultâneo de compostos

arilglicosídeos sem ação fitotóxica, bem como devido a redução do seu nível na forma ácida (Deuber, 1992; Holt et al., 1993).

Além desse, alguns trabalhos têm evidenciado a seletividade do fenoxaprop nessa mesma cultura, uma vez que os demais herbicidas apresentam-se altamente fitotóxicos devido provavelmente à incapacidade da planta de trigo e outros cereais detoxificarem rapidamente esses compostos (Ruedell, 1998; Hubbard & Whitwell, 1991; Vargas et al., 1998^c).

Através da inibição reversível e não competitiva da ACCase, esses agroquímicos impedem a formação de malonil-CoA provocando bloqueio da síntese de lipídeos (Vidal, 1997). O modo de ação primário se verifica através da paralisação da síntese de ácidos graxos provocada pela inibição da acetil coenzima A carboxilase nos cloroplastos, o que resulta na interrupção da síntese de lipídeos. Desse modo, a resposta tóxica pode ser rapidamente observada nas espécies suscetíveis (WSSA, 1994), onde esses herbicidas afetam diretamente a integridade da membrana celular (Hubbard & Whitwell, 1991; Ohlrogge & Browse, 1995).

Após serem absorvidos principalmente através das folhas, tanto os APP como os CHD atingem as partes meristemáticas das gramíneas onde a divisão celular e a elongação das células requerem significativa quantidade de malonil-CoA para biossíntese de ácidos graxos. A inibição desse processo, aumenta os efeitos destrutivos da ultra estrutura dos plastídeos e da permeabilidade da membrana, contribuindo para aparecimento de necrose nas regiões meristemáticas, além de interferir negativamente na síntese de ceras cuticulares, flavonóides, antocianinas e antraquinonas (Brezeanu et al., 1976; Vidal, 1997).

Outros efeitos desses herbicidas encontram-se relacionados com o acúmulo de clorofila e provavelmente com a rápida degradação, além do estímulo à formação de antocianina, açúcar e redução da respiração, com conseqüente interferência no processo de divisão celular dos meristemas e na atividade metabólica geral (Rodrigues & Almeida, 1995; 1998).

Alguns dos sintomas mais comuns dos danos causados pelo uso desses produtos são paralisação do crescimento, alteração na cor das folhas, com as mais novas tornando-se cloróticas e as mais desenvolvidas adquirindo coloração roxa, laranja ou vermelha devido a presença de antocianina. Os meristemas próximos dos entre-nós sofrem descoloração, ficam marrons e desintegram-se facilmente, sendo que a morte das plantas se verifica lentamente e na maioria das vezes, variando entre uma e três semanas (Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1995; 1998).

Atualmente, sabe-se da existência de dezenove gramíneas resistentes a esses herbicidas em dezesseis países do mundo, sendo *Lolium rigidum* e *Avena fatua* as espécies de maior importância (Heap, 1997^{a,b}; 1999, 2000) e em todos os casos analisados, a resistência foi codificada por um gene nuclear dominante ou semi-dominante (Shimabukuro & Hoffer, 1991; Devine, 1997). Por outro lado em relação as possíveis respostas dos herbicidas, em muitos biótipos resistentes aos inibidores da ACCase, têm sido observado diferentes níveis de resistência, freqüentemente relacionados com a classe a que esses agroquímicos pertencem (Heap et al., 1993).

De modo geral, entre as plantas daninhas, biótipos que apresentam resistência aos inibidores da ACCase são considerados de extrema importância econômica devido ao restrito número de opções que envolvem produtos com outros mecanismos alternativos e destinados ao controle em pós-emergência (Heap, 1997^{a,b}); se bem que dinitroanilinas e acetanilidas possam controlá-las em pré-emergência, com relativa facilidade (Devine, 1997).

Muito embora o metabolismo e detoxificação do diclofop-methyl por aril-oxidação e conjugação possa ser considerado importante mecanismo de resistência, ocorrendo basicamente em plantas de trigo (Shimabukuro & Hoffer, 1988; 1991; 1992) e que em algumas gramíneas resistentes, tanto fenoxaprop como quizalofop possam ser metabolizados e detoxificados devido a quebra da molécula em diferentes derivados fenólicos pela aril-oxidação com conjugação para metabólitos polares (Marles et al., 1993); há pouca evidência

para apoiar que esse mecanismo seja suficiente e unicamente responsável pela detoxificação desses herbicidas em todos biótipos resistentes.

Desse modo, não foram detectadas diferenças na rota metabólica de diclofop-methyl e fenoxaprop-ethyl entre biótipos resistentes e suscetíveis de *Avena fatua* (Devine et al., 1992; Heap et al., 1993). Mesmo que a desesterificação do fenoxaprop-ethyl para forma ácida possa ter ocorrido de maneira mais rápida em *Setaria viridis* suscetível; essa diferença apresentou-se significativamente pequena e insuficiente para influenciar a resistência observada no biótipo da mesma espécie (Marles et al., 1993).

Por outro lado, a resistência aos inibidores da ACCase em algumas plantas, pode também ser conferida pelo aumento do metabolismo das moléculas, devido principalmente à alta atividade da Cyt P₄₅₀ monoxigenase, como observado em alguns biótipos de *Lolium rigidum* e *Alopecurus myosuroides* (Devine, 1997); o que segundo Vargas et al., (1999^a) pode conferir resistência cruzada a herbicidas com diferentes grupos químicos e mecanismos de ação.

A despolarização das membranas também se apresenta como um dos mecanismos de ação dos herbicidas dessa classe, razão pela qual plantas resistentes a esses produtos devem possuir mais de um mecanismo, sendo um deles relacionado com a ACCase e outro com a membrana plasmática (Vargas et al, 1999^a).

Nesse sentido, ainda que as evidências em relação a ACCase como local de ação possam ser numerosas, alguns autores, considerando o efeito protonóforo dos herbicidas que pode alterar a permeabilidade da membrana de gramíneas suscetíveis, propõem um mecanismo de ação biofísico (Wright & Shimabukuro, 1987). No entanto, por si só, esse também não consegue comprovar o efeito fitotóxico dos herbicidas APP e CHD (Devine & Shimabukuro, 1994).

Assim, em diversas gramíneas como *Avena fatua*, *Lolium rigidum* e *Triticum aestivum*, foi verificado que os ácidos derivados de diclofop

despolarizaram a membrana de coleóptilos e radículas em função do aumento no fluxo de prótons para o interior da célula e reduzindo o pH citoplasmático (Shimabukuro & Hoffer, 1988).

Desse modo, em biótipos de *Lolium rigidum*, foi observado que a repolarização das membranas ocorreu independentemente da presença da ACCase mutada, havendo também, muitas diferenças entre as membranas dos biótipos resistentes e suscetíveis dessa planta (Heap, 1997^{a,b}).

O efeito antagônico do 2,4-D observado sob condições de campo ao se aplicar algum herbicida APP ou CHD em mistura, reduzindo o efeito dos herbicidas sobre as plantas suscetíveis, se deve à ativação de ATPases pelo 2,4-D, o que diminui o efeito despolarizador em função do aumento na saída de prótons que restaura o potencial da membrana, mas no entanto, com grande perda de energia (Holtum et al., 1994).

Nessa mesma linha, alguns biótipos de *Lolium rigidum* e *Avena fatua* resistentes, também não apresentavam ACCase insensível e muito menos conseguiam metabolizar a molécula do herbicida. No entanto, possuíam significativas diferenças quanto aos efeitos que esses agentes exerciam sobre as funções da membrana plasmática (Devine, 1997).

Em diversos casos analisados, tem sido identificado, que a resistência encontra-se principalmente relacionada com a insensibilidade da ACCase que os diferentes biótipos apresentam. Nesse sentido, a resistência observada em biótipo de *Lolium multiflorum* ao diclofop-methyl foi correlacionada à uma ACCase resistente (Shimabukuro & Hoffer, 1991); enquanto que pesquisas mais recentes com *Setaria viridis*, *Lolium rigidum* e *Sorghum halepense* revelaram a existência de formas alteradas de ACCase, pouco sensíveis a esses herbicidas (Cortez, 1998). Em alguns biótipos verificou-se ainda, diferenças significativas quanto à absorção, translocação ou metabolismo entre os resistentes e suscetíveis; confirmando que a resistência também encontra-se relacionada à formas resistentes dessa enzima (Marles et al., 1993; Tardif et al., 1993).

Em *Lolium rigidum*, os biótipos resistentes aos inibidores da ACCase apresentaram maior nível aos herbicidas ariloxifenoxipropionatos (APP) quando comparados aos ciclohexanodionas (CHD), o que pode ser resultado das diferentes mutações no gene que codifica a enzima e do tipo de alelo (Heap et al., 1993; Powles & Preston, 1998).

Nesse aspecto, segundo Devine (1997), a análise da ACCase em biótipos resistentes indicou a ocorrência de diferentes mutações, em que cada uma tornou-se responsável por diferentes tipos e níveis de resistência aos herbicidas APP e CHD; razão pela qual propõe o agrupamento das mutações do seguinte modo: alta resistência ao sethoxydim e baixa a outros herbicidas; alta resistência ao fluazifop e baixa aos outros; relativa alta resistência aos APP e muito baixa ou nenhuma aos CHD, além do caso em que uma ou mais mutações podem conferir níveis intermediários de resistência.

No Brasil, em áreas cultivadas com soja em diversas regiões do Estado do Paraná foi observado a manifestação de biótipos de *Brachiaria plantaginea* resistentes a vários desses herbicidas (Gazziero et al., 1997; Christoffoleti et al., 1998; Buzatti, 1999; Buzatti et al., 2000; Cortez et al., 1999).

Para essa, também o nível de resistência cruzada aos diversos inibidores da ACCase apresentou variações, uma vez que submetida a tratamentos com haloxyfop-methyl, fluazifop-butil, sethoxydim, clethodim, propaquizafop e fenoxaprop-ethyl; o biótipo estudado apresentou diferentes valores, onde sethoxydim e fenoxaprop-ethyl foram os herbicidas responsáveis pelos maiores fatores (Gazziero et al., 1997).

Nesse sentido, Buzatti (1999) também verificou que quando submetido à tratamentos com doses crescentes de sethoxydim, clethodim, propaquizafop, fluazifop-p-butil e fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, o biótipo de *Brachiaria plantaginea* estudado apresentou-se resistente. No entanto, os resultados mostraram diferentes níveis de controle entre os diversos tratamentos, que por sua vez variaram em função da dose aplicada, exceto

para aqueles com sethoxydim e clethodim, cujos valores permaneceram semelhantes a testemunha absoluta.

2.1.7 Prevenção e manejo da resistência

Considerando que o manejo de plantas daninhas constitui-se num componente de fundamental importância no sistema de produção, a escolha da estratégia a ser adotada encontra-se na dependência da sua economicidade e do impacto que o mesmo possa provocar, tanto nas práticas agrícolas como no meio ambiente (Vidal, 1997).

Em soja, o uso intensivo e contínuo de herbicidas constitui prática rotineira, mesmo quando outros métodos de controle possam estar envolvidos; razão pela qual a pressão de seleção exercida por esses produtos químicos têm levado em algumas situações, não só à maior incidência de espécies tolerantes, como também à manifestação de resistência de biótipos de espécies consideradas suscetíveis (Kissmann, 1996; Vidal, 1997; Mortimer, 1998; Embrapa, 1999; Matiello et al., 1999).

Desse modo, mesmo em função da significativa quantidade de informações disponíveis sobre diversos fatores relacionados com a evolução de biótipos resistentes a herbicidas, a capacidade para prever onde e como essas populações deverão aparecer é ainda muito limitada (Moss, 1985).

Para evitar essa situação indesejável, a escolha do controle integrado constitui importante estratégia à ser adotada (Morrison & Burgeois, 1995; Shaner, 1995^{a,b}; Cussans, 1996). E essa, envolve métodos que evitam a disseminação dessas plantas, tais como uso de sementes melhoradas, limpeza de máquinas e equipamentos, além de práticas culturais como rotação de culturas, preparo de solo, semeadura na época recomendada e na densidade adequada, bem como da escolha do próprio cultivar (CPRH, 1999; Van Santen & Cerqueira, 1999; SBCPD, 2000).

Além do controle biológico e do uso de cobertura morta, também devem ser incluídos na estratégia, controle mecanizado e químico, através da rotação ou aplicações seqüenciais de herbicidas ou misturas de produtos com diferentes mecanismos de ação, além do uso de agroquímicos com menor pressão de seleção (Maxwell et al., 1990; Vidal, 1997; Van Santen & Cerqueira, 1999; Vargas et al., 1999^a).

Desde que comprovada a manifestação de casos de resistência na área, além das práticas culturais e do controle mecanizado, uma das estratégias de fundamental importância, pelo menos a curto prazo, encontra-se relacionada com o uso dos chamados herbicidas alternativos. Esses, por ainda permanecerem eficazes, devem ser aplicados em rotação, isolados ou em misturas, de modo a efetuar adequado controle, minimizar a seleção e impedir que plantas remanescentes possam produzir grande quantidade de sementes e conseqüentemente, reinfestarem a área (Gressel & Segel, 1990; Roush et al., 1990; Vidal, 1997; Kendig et al., 1997; Mortimer, 1998; Silva, 1999; Van Santen & Cerqueira, 1999).

Em nossas condições, trabalhando com três biótipos de *Bidens pilosa* com resistência cruzada aos inibidores da ALS pertencentes aos grupos químicos das imidazolinonas, sulfoniluréias, triazolopirimidinas sulfonamidas e pirimidiloxibenzoatos, Ponchio (1997) verificou que os mesmos foram eficientemente controlados por herbicidas alternativos como bentazon, lactofen, fomesafen, acifluorfen e sulfentrazone nas suas doses recomendadas.

Nessa mesma linha, Vidal et al. (1997) observaram o eficaz controle proporcionado pelos herbicidas bentazon, fomesafen e lactofen, além do glyphosate, quando aplicados nas doses recomendadas em biótipo de *Bidens pilosa* resistente aos inibidores da ALS. Para essa mesma planta daninha, Christoffoleti et al. (1997) observaram que o biótipo com resistência cruzada entre imidazolinonas e sulfoniluréias foi eficientemente controlado através dos herbicidas lactofen, fomesafen e bentazon. Ainda trabalhando com uma mistura de sementes de *Bidens pilosa/Bidens subalternans*, Monqueiro

(1999) verificou que os biótipos componentes, com resistência cruzada entre imidazolinonas e sulfoniluréias foram controlados nos tratamentos com lactofen e fomesafen.

No caso de *Euphorbia heterophylla*, Vidal et al. (1997) e Vidal & Merotto Jr. (1999) observaram que biótipos com resistência cruzada aos inibidores da ALS foram eficientemente controlados através de fomesafen, lactofen e glyphosate, demonstrando o bom desempenho das alternativas envolvendo herbicidas inibidores da Protox e EPSPs utilizados nas suas doses recomendadas.

Nesse sentido, trabalhando com *Euphorbia heterophylla* resistente aos inibidores da ALS que apresentou diferentes níveis de resistência cruzada aos herbicidas chloransulan, imazethapyr e imazaquin, Gazziero et al. (1998) constataram alto índice de controle quando submetida aos tratamentos com doses usualmente recomendadas de lactofen e sulfentrazone.

Para essa mesma espécie, dentre as medidas de manejo em áreas cultivadas com soja onde foram detectados biótipos resistentes aos inibidores da ALS, encontram-se relacionados ainda, tratamentos com cyanazine, sulfentrazone e lactofen (Silva, 1999; Vargas et al., 1998^f; 1999^{a,b}), bem como através de fomesafen (Buzatti, 1999; Silva, 1999; Vargas et al., 1998^{a,f}; 1999^{a,b}), cujas alternativas nesse caso, envolvem não só inibidores da Protox, como também do fotossistema II.

Em se tratando de *Brachiaria plantaginea* com resistência aos inibidores da ACCase, Buzatti (1999) verificou que embora o controle proporcionado pelo uso de sethoxydim a 230; 460 e 960 g.ha⁻¹ e de clethodim a 84; 168 e 336 g.ha⁻¹ tenha se apresentado semelhante a testemunha absoluta; a aplicação da mistura formulada de fenoxaprop-p-ethyl com clethodim nas doses de 100; 200 e 400 g.ha⁻¹ resultou não só na redução do peso da fitomassa verde como também no aumento nos níveis de controle, que foram de 30; 53 e 70% respectivamente.

Por outro lado, em biótipo com resistência ao sethoxydim, Buzatti et al. (2000) obtiveram excelente controle através de tratamentos com clethodim a 96 e 192 g.ha⁻¹ além da associação entre fenoxaprop-p-ethyl e clethodim a 100 e 200 g.ha⁻¹.

Todavia, mesmo considerando que tratamentos envolvendo a associações entre herbicidas ariloxifenoxipropionatos (APP) e ciclohexanodionas (CHD) tenham permitido menor competição com a soja bem como a colheita mecânica na área; esse mesmo autor recomenda alternância de herbicidas com diferentes mecanismos de ação como estratégia para evitar esse problema. Nesse sentido, Devine (1997) indica o uso de herbicidas pertencentes aos grupos das dinitroanilinas e acetanilidas em função da facilidade com que controlam biótipos resistentes a esses graminicidas inibidores da ACCase classificados como APP ou CHD; enquanto que Vargas et al. (1999^b) propõem como alternativas, o uso de alachlor, clomazone, imazethapyr, metolachlor, pendimethalin, sulfentrazone e trifluralin aplicados nas suas doses tecnicamente recomendadas.

Dentro da estratégia de manejo dessas plantas resistentes e relacionada com controle químico e prescrição técnica de produtos passíveis de serem utilizados nessa cultura (Gelmini, 1991), a introdução de cultivares geneticamente modificados com resistência a determinados herbicidas, pode contribuir para o aumento do número de opções envolvendo novos produtos com diferentes mecanismos de ação (Abreu, 1997).

Enquadram-se nessa situação, cultivares de soja com resistência ao glyphosate e glufosinato de amônio, herbicidas que apresentam características altamente favoráveis quanto ao espectro de ação, flexibilidade de uso e baixo número de biótipos resistentes observados até o momento. Apesar da forte pressão de seleção que possam causar devido a alta eficácia que apresentam, praticamente não possuem efeito residual, o que pode minimizar significativamente o impacto dos mesmos sobre o banco de

sementes do solo (Rodrigues & Almeida, 1995; 1998; Vidal, 1997; Vargas et al., 1999^a).

Glufosinato de amônio é atualmente representado por única marca comercial, ainda que registrado em treze culturas economicamente importantes, incluindo-se a da soja, onde é indicado como dessecante (Rodrigues & Almeida, 1998; Compêndio de defensivos agrícolas, 1999). Espera-se porém, à curto prazo, que as áreas tratadas possam sofrer significativo acréscimo em função da introdução de culturas geneticamente modificadas e portadoras de resistência à esse herbicida, entre as quais as de milho e soja.

É constituído pela mistura dos isômeros óticos D e L do composto phosphinotricin, um dos tripeptídeos de bilanofós, um bio-herbicida sintetizado por *Streptomyces hygroscopicus*. Após ser absorvido pela planta, é rapidamente metabolizado em alanina e glufosinato, cujo isômero L se constitui num herbicida não seletivo, cujo mecanismo de ação encontra-se relacionado com a inibição da enzima glutamina sintetase e conseqüentemente, impedindo a primeira reação de incorporação de amônio nas células vegetais (Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998, Hoechst, sd.^{a,b,c}).

Sua ação tóxica parece estar relacionada com o aumento da concentração de amônio nos cloroplastos; inibição da rubisco por acúmulo de glioxilato na fotorrespiração; redução do pH no interior do cloroplasto, atrapalhando a síntese de ATP, além da inibição de redução de nitrato, na dependência da luminosidade (Vidal, 1997).

Para esse herbicida, embora até o momento não se tenha conhecimento de casos de manifestação de resistência devido a pressão de seleção que possa exercer sobre a comunidade infestante do local (Heap, 1999^b); sabe-se da existência de biótipos de *Brassica campestris* resistentes em função da introdução de genes transferidos da cultura da canola (*Brassica napus*) geneticamente modificada, através do processo de hibridação natural (Vargas et al., 1999^a).

Com objetivo de prevenir ou minimizar problemas que possam advir da possível seleção de biótipos resistentes, torna-se prudente que cultivares de soja geneticamente modificados e portadores de resistência ao glufosinato de amônio devam ser utilizados em rotação de culturas, além da prática de alternância de herbicidas ou do uso de misturas ou associações nas quais possam participar produtos com diferentes mecanismos de ação (Heap, 1997; Vargas et al., 1999^a).

No que se refere ao glyphosate, em nossas condições esse herbicida é atualmente representado por cerca de dezenove marcas comerciais, envolvendo ainda três misturas formuladas com diuron, 2-4-D e simazine e com indicações de uso aprovadas em vinte culturas, entre as quais a da soja em tratamento de manejo no plantio direto (Compêndio de defensivos agrícolas, 1996; 1999; Rodrigues & Almeida, 1998). Todavia, áreas tratadas com esse produto podem ser significativamente aumentadas em razão da introdução de cultivares geneticamente modificados e portadores de resistência; uma vez que nesses, o gene inserido faz com que as plantas produzam um tipo diferente de EPSP sintase, que por sua vez, não é inibida pelo herbicida (Jezovsek, 1997).

Seu mecanismo de ação encontra-se relacionado com inibição da enzima 5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs) e conseqüente impedimento na formação de corismato na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais fenilalamina, tirosina e triptofano, precursores de vários produtos como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos (Vidal, 1997; Puríssimo, 1998; 1999; Vargas et al., 1999^a). Inibem também a fotossíntese, síntese de ácidos nucleicos e estimulam a produção de etileno (Rodrigues & Almeida, 1995; 1998).

Tais características, aliadas ao limitado metabolismo pelas plantas e ao baixo poder residual, ainda que possam permitir argumentos favoráveis a sua baixa capacidade de selecionar indivíduos resistentes, mesmo quando utilizado durante longo tempo em áreas significativas; não só apresentam-se

insuficientes, como também não o isentam da manifestação de casos de resistência, ainda que em pequeno número (Heap, 1997^{a,b}).

Assim é, que em 1996 foram identificados na Austrália, biótipos de *Lolium rigidum* resistentes e localizados em áreas onde esse herbicida foi utilizado em pulverização de manejo, antes do plantio, pelo menos dez vezes nos últimos quinze anos; e esses, resistiram no mínimo, doses seis vezes maiores do que as que normalmente são recomendadas e aplicadas para o controle eficaz da população suscetível (Heap, 1997^{a,b}).

Nessa mesma espécie, procurando verificar parâmetros relativos as causas da resistência, Pratley et al. (1997) não encontraram diferenças no comportamento de biótipos resistentes e suscetíveis no que se refere a absorção, translocação, metabolismo e sensibilidade da enzima. No entanto, esses mesmos autores observaram que os resistentes apresentaram maior nível de mRNA em resposta ao tratamento com esse herbicida, sugerindo que a maior quantidade da enzima EPSPs sintetizada pela planta poderia ser a provável causa da resistência.

Mais recentemente, em 1997, foram encontrados na Malásia, biótipos de *Eleusine indica* resistentes ao glyphosate (WSSA, 1999^{a,b}; 2000; Dill et al., 2000) enquanto que em 1998, nos Estados Unidos da América do Norte, mais uma vez foram identificados novos biótipos resistentes de *Lolium rigidum* (WSSA, 1999^b).

Nesse sentido, considerando que não só a resistência a esse herbicida como a própria seleção e o aumento populacional de espécies tolerantes deve ser evitado; considera-se prudente que cultivares resistentes ao glyphosate devam ser usados em rotação de culturas, de herbicidas, ou mesmo submetidos a tratamentos envolvendo misturas ou associações de produtos com diferentes mecanismos de ação (Heap, 1997^{a,b}).

Por outro lado, torna-se conveniente salientar outros aspectos envolvidos com a questão do uso de culturas geneticamente modificadas, como conhecimento da existência de segurança para alimentos e qualidade da água

impacto dessa tecnologia e estabelecimento de novas técnicas de produção; da análise da rentabilidade esperada; dos cuidados relativos à capacitação de pessoal responsável pela transferência de tecnologia; da redução da biodiversidade e possível introdução de gene alienígena, além da possibilidade de escape dos genes de resistência para outras populações de plantas (Newhouse et al., 1990; Burnside, 1992; Goldburg, 1992; Knake, 1992; Radosevich et al.; 1992; Wise, 1992; Vidal, 1997).

2.1.8 Estudo da resistência com curvas de dose-resposta

A análise de resultados para determinação da suscetibilidade diferencial entre plantas devido o uso de herbicidas através de curvas de dose-resposta, vem sendo freqüentemente utilizada e constitui importante meio para sua objetiva interpretação. Essas, permitem adequada comparação quanto ao comportamento de espécies ou biótipos submetidos ao agente inibidor aplicado em diversas doses; e desse modo, vários modelos matemáticos são propostos e adotados por diferentes autores.

Nesse sentido, Seefeldt et al. (1995) referem-se ao modelo log-logístico com formato de curva do tipo sigmóide, destacando-se o parâmetro relativo ao valor da GR_{50} , considerado como sendo a dose necessária para que a resposta da planta seja a metade da resposta total. No modelo em questão, a relação entre a variável resposta (y) com a dose (x) é representada pela equação: $[D-C].\{1 + \exp. [b (\log (x) - \log(GR_{50})]^{-1} + C$ onde D corresponde à resposta aos tratamentos na dose máxima; C corresponde a resposta dos mesmos na dose mínima e b equívale a declividade da curva.

Outras expressões matemáticas podem ser utilizadas em casos onde o comportamento da variável dependente não segue formato sigmóide, como equações do tipo $y = A^* x (B + x)^{-1}$ ou $y = \exp (A + B^* x)$ nas quais y apresenta a resposta da planta; x refere-se à dose do herbicida; A^* é a assíntota e B o coeficiente de declividade, utilizadas por Seefeldt et al. (1994). Além

dessas, podem ser adotados outros modelos lineares, quadráticos, hiperbólicos e exponenciais, que do mesmo modo, também permitem análise de resultados (Streibig, 1984; Calbo et al.; 1989; Heap et al., 1993; Streibig et al., 1993; 1995; Zhang et al., 1997).

Nesse caso, são passíveis de serem utilizados diversos parâmetros para alimentação dos modelos, entre os quais produção de fitomassa (Seefeldt et al., 1994; Wiederholt & Stoltenberg, 1995) ou redução da fitomassa e do número de plantas sobreviventes (Wiederholt & Stolenberg, 1995).

E nessas condições, autores como Ponchio (1977) e Monqueiro (1999) trabalhando respectivamente com *Bidens pilosa* e *Bidens pilosa/Bidens subalternans*, bem como Gazziero et al. (1998) e Vargas et al. (1999^{a,b}), com *Euphorbia heterophylla* e Gazziero et al. (1997), com *Brachiaria plantaginea* utilizaram modelos matemáticos ajustados para determinar valores da DL₅₀ e GR₅₀ entre biótipos resistentes e suscetíveis e consequentemente obter os fatores de resistência.

2.2 A planta daninha *Euphorbia heterophylla* L.

O gênero *Euphorbia* possui mais de 700 espécies, mas poucas apresentam importância como plantas daninhas, com exceção de *E. heterophylla*, nativa nas regiões tropicais e subtropicais das Américas, cuja ocorrência é relatada em níveis significativos em mais de vinte países, mas pouco significativos em outros quarenta. No Brasil sua presença é bastante generalizada e muito comum nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde infesta diversas lavouras, principalmente a de soja, sendo conhecida pelos nomes de amendoim-bravo, leiteira, leiteiro, café-do-diabo, mata-brasil, adeus-brasil, flor-de-poeta e codificada como EPHHL no código internacional da WSSA (Kissmann, 1978; Aranha et al., 1984; Lorenzi, 1976; 1991; 1994; Kissmann & Groth, 1992; Vargas et al., 1998^b; 1999^a).

Seu hábito de crescimento e de ramificação é bastante influenciado pela luminosidade, razão pela qual, dentro de uma cultura como a da soja, sob condições de sombreamento, tende a crescer sem ramificações, estendendo, no entanto, ramos laterais localizados acima das plantas, onde geralmente encontra suficientes condições de luz (Kissmann, & Groth, 1992).

Trata-se de planta anual, ereta, com 40 a 60 cm de altura e ciclo aproximado de 100 dias, o que permite a ocorrência de duas a quatro gerações durante o ano. Desenvolve-se bem em quase todos tipos de solo, preferindo contudo, férteis e bem drenados, sendo que sua via fotossintética é a C_3 (Lorenzi, 1976; 1994; Kissmann & Groth, 1992; 1999). A frutificação se dá de forma contínua, ocorrendo constantemente novos ciátios com subsequente desenvolvimento e maturação de frutos, sendo que com relativa facilidade são encontradas plântulas ao lado da planta-mãe, que por sua vez, ainda encontra-se produzindo frutos. As plântulas apresentam grande capacidade de sobrevivência por rebrotamento à partir de gemas adventícias que podem se formar no hipocótilo quando cortadas acima ou abaixo do nó cotiledonar (Kissmann & Groth, 1997).

O caule, de coloração verde ou vermelho-violácea é simples ou ramificado, cilíndrico, de entrenós ocos, com nodificações a intervalos regulares, de superfície lisa e geralmente glabra; havendo no entanto, plantas em que tanto o caule como os ramos são recobertos por pêlos brancos, curtos e finos (Kissmann & Groth, 1992).

O sistema radicular é do tipo pivotante e as folhas são alternas, opostas ou verticiladas, com formato variável, uma vez que em algumas populações podem se apresentar com formato de limbo regular, quase sempre ovalado e com ápice agudo; enquanto que em outras, são encontradas enormes variações de padrões, de planta à planta ou até na mesma planta. Essas, ocorrem tanto no caule como nos ramos, e concentram-se logo abaixo da inflorescência, na parte terminal. São longo-pecioladas, mas as superiores podem ser sésseis, de coloração verde intensa, brilhante e com freqüente

pigmentação vermelho-violácea junto às margens (Lorenzi, 1976; Kissmann, 1978; Kissmann & Groth, 1992).

Na parte superior do caule, geralmente ocorre bifurcação originando dois segmentos em cujos ápices se desenvolvem conjuntos ciátios, que são invólucros obovóides com cerca de 2,5 mm de comprimento formados por brácteas fusionadas abertas na parte superior. Cada ciátio abriga 30 a 40 flores masculinas resumidas a um estame, e apenas uma flor feminina, também resumida ao ovário coroado por estiletes fundidos até a metade e apoiado sobre grosso pedicelo, que, após a fecundação, se alonga, posicionando o fruto de forma pendente ao lado do invólucro (Kissmann, 1978; Lorenzi, 1991; Kissmann & Groth, 1992).

O fruto é capsular, com as cocas se apresentando com o dorso levemente carenado, sendo que à medida que atinge plena maturação, em função da sua deiscência explosiva, as sementes são arremessadas a uma certa distância da planta (Kissmann & Groth, 1992).

As sementes podem ser globosas, ovóides ou cônicas, mais ou angulares, com 2,5 a 3,0 mm de comprimento por 2,5 mm de largura e tegumento com granulações esbranquiçadas em estágio imaturo e superfície granulose-tuberculada na maturação (Kissmann, 1978; Kissmann & Groth, 1992). São produzidas em grande quantidade, apresentam baixa dormência, germinam facilmente a uma profundidade de 4 cm e tendem a conservar o poder germinativo por muito tempo (Kissmann & Groth, 1992). A temperatura de 15°C desencadeia o processo de germinação e as mais elevadas aceleram o processo, atingindo valores acima de 90% a 20°C. São fotoblásticas negativas e embora possam germinar mesmo quando localizadas a profundidades de até 30 cm, as plântulas só emergem de profundidades inferiores a 22,5 cm (Kissmann & Groth, 1992; Vargas et al., 1999^a).

Na cultura da soja Chemale & Fleck (1982) observaram significativa redução no rendimento de grãos com o aumento de doze para 54 plantas por metro quadrado; enquanto que Val et al. (1998) verificaram que o

decréscimo na produção pode variar de 2310 a 1376 kg.ha⁻¹ de grãos para os intervalos de zero a dez e 61 a 70 plantas por metro quadrado. Ainda, Voll et al. (1998) estimaram que as reduções por competição entre a cultura e essa planta daninha foram de 15,7 kg.ha⁻¹ por planta por metro quadrado no plantio convencional e 11,0 kg.ha⁻¹ no plantio direto; além do que para Kissmann e Groth (1999), essa espécie, sendo rica em látex, por ocasião da colheita permite a fixação de sujeira.

Em nossas condições, conforme legislação que disciplina os produtos agrotóxicos e afins, verifica-se atualmente a existência de 29 herbicidas e 21 associações formuladas disponíveis que apresentam indicações de uso aprovadas para seu controle. Especificamente na cultura da soja encontram-se treze herbicidas, entre os quais chlorimurouon-ethyl, fomesafen, flumiclorac-pentil, imazethapyr e lactofen recomendados em pós-emergência total, além de glufosinato de amônio e glyphosate (Lorenzi, 1994; 2000; Rodrigues & Almeida, 1998; Compêndio de defensivos agrícolas, 1999; Embrapa, 1999; Pereira et al., 1999).

2.3 A planta daninha *Bidens subalternans* L.

O gênero *Bidens* apresenta mais de quinze espécies de importância ao redor do mundo (Alterman, 1992) e em nossas condições *Bidens pilosa* L. tradicionalmente tem sido apresentada como a planta mais comum e importante, distribuída principalmente nas regiões Centro Sul e Sul do país, onde é considerada como espécie bastante nociva (Obara et al., 1991; 1994). Todavia, *Bidens subalternans* também apresenta grande ocorrência em áreas agrícolas, mas tem sido pouco mencionada até o momento muito provavelmente por desconhecimento e confusão com *B. pilosa* (Kissmann & Groth, 1999).

Sua infestação vem aumentando significativamente em diversas áreas no Estado de Mato Grosso e principalmente no norte do Mato Grosso do

Sul, onde sua presença em muitas propriedades, apresenta-se maior que a de *B. pilosa* (Sanches & Zandonade, 1997). No Estado do Paraná, em levantamento preliminar para verificar a ocorrência de *B. pilosa* e *B. subalternans* em áreas de cultivo de soja, Gazziero et al. (1998^a) observaram que as duas espécies ocorrem em todas regiões produtoras. No entanto, nos municípios de Sertaneja, Guaira, Sarandi e Iguaçu identificaram apenas *B. subalternans*, enquanto que *B. pilosa* teve sua ocorrência relatada nos municípios de Ponta Grossa, Reserva, Guarapuava e Prudentópolis.

Conhecida também pelos nomes de picão-preto, picão-campo, pico-pico, erva-picão, fura-capá, carrapicho-de-duas pontas, goambu e coambi; trata-se de planta herbácea, ereta, nativa da América do Sul que ocorre na Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil Meridional e codificada como BIDSU no código internacional da WSSA (Kissmann & Groth, 1992; 1999).

Seu porte varia entre 20-150 cm, apresenta vigoroso crescimento em condições de temperatura adequada e alta umidade do solo e em regiões sem inverno vigoroso, podem ocorrer altas infestações, à semelhança das observadas durante a primavera e verão (Kissmann & Groth, 1992).

Produz grande quantidade de sementes que podem chegar até 3000 por planta, e essas apresentam elevada viabilidade. Germinam quando dispostas na superfície do solo, ou a pouca profundidade, em torno de 1 cm, enquanto que as enterradas podem permanecer em vida latente por longos períodos (Kissmann & Groth, 1992).

Trata-se de planta herbácea de caule ereto, de seção quadrangular, liso glabro ou levemente piloso. A ramificação é dicotômica na parte inferior, passando a alternada na parte superior, com fotossíntese efetuada pelo ciclo C_3 e semelhante à *B. pilosa*, mas diferindo dessa por ser geralmente mais alta e ramificada, de ciclo mais curto, com folhas maiores e apenas levemente pilosas nos pecíolos, além de capítulos com maior frequência de flósculos periféricos ligulados com pequenas ligulas amarelas (Kissmann & Groth, 1992; 1999).

Mesmo considerando que características morfológicas possam ser alteradas em função das condições ambientais, essa espécie se caracteriza por apresentar aquênios com quatro aristas na parte apical e não dois ou três como ocorre com *B. pilosa* (Kissmann & Groth, 1992; 1999). Ainda que para Gazziero et al. (1998^a) a ramificação é a forma mais segura de identificação da espécie, Monqueiro (1999) relata que em *B. pilosa* o segundo par de folhas possui folhas com grande lobo frontal ovalado e de margens regularmente denteadas; enquanto que em *B. subalternans* o segundo par de folhas possui também um grande lobo frontal, porém lobulado em vez de denteado.

Com base na legislação vigente sobre os produtos agrotóxicos e afins, em nossas condições não se observa quaisquer indicações ou registros de herbicidas visando o controle dessa planta daninha (Gelmini, 1991; Rodrigues & Almeida, 1998; Compêndio de defensivos agrícolas, 1996; 1999; Pereira et al., 1998; 1999); mas mesmo assim Lorenzi (2000) apresenta extensa relação de herbicidas indicados por diversos especialistas, visando seu controle em pré ou pós-emergência. Entretanto em soja, *B. subalternans* também não faz parte da relação de plantas daninhas para as quais os herbicidas encontram-se indicados, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura na Região Central do Brasil (Embrapa, 1995; 1998; 1999; Pereira et al., 1998; 1999), existindo relatos de que seja um pouco menos sensível à ação de alguns herbicidas, requerendo, portanto, dose pouco maior em relação à *B. pilosa* (Kissmann & Groth, 1999).

Por outro lado, para *B. pilosa*, verifica-se a existência de 46 herbicidas além de 27 misturas formuladas para uso nas diversas culturas; sendo que para a da soja encontram-se disponíveis 27 herbicidas entre os quais bentazon, chlorimuron-ethyl, fomesafen, flumiclorac-pentil, imazethapyr e lactofen indicados em pós-emergência total, além de glufosinato de amônio e glyphosate (Compêndio de defensivos agrícolas, 1996; 1999; Embrapa, 1998; 1999; Pereira et al., 1998; 1999; Rodrigues & Almeida, 1998).

2.4 A planta daninha *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.

Introduzida no país nos tempos coloniais, e de provável origem africana, essa planta se caracteriza pela rápida e significativa produção de massa foliar, razão pela qual foi inicialmente utilizada como forrageira, sendo também, bastante apreciada pelo gado (Lorenzi, 1991; Kissmann & Groth, 1991; 1997).

No entanto, em função da sua característica agressividade, bem como da presença em grande número de culturas localizadas nas diferentes regiões produtoras, é atualmente considerada como uma das principais gramíneas indesejáveis, sendo conhecida pelos nomes de papuã, capim-papuã, marmelada, capim-marmelada, capim-guatemala, grama-paulista, milhã-branca e milhã e codificada como BRAPL no código internacional da WSSA (Blanco, 1975; Leitão Filho, 1977; Lorenzi, 1991; 1994; Kissmann & Groth, 1997).

É também particularmente importante na cultura da soja, uma vez que em condições de solo fértil, seu desenvolvimento pode ser tão vigoroso que uma única planta, em um metro quadrado, pode chegar a afetar em até 50% o rendimento de grãos (Kissmann & Groth, 1997). Por ocasião da colheita, podem ocorrer prejuízos em função da presença de grande quantidade de massa foliar, dificultando ou reduzindo o rendimento da operação (Fleck, 1996).

Trata-se de planta anual de porte semi-ereto, podendo alcançar até um metro de altura, que perfilhando intensamente pode formar considerável touceira e cuja via fotossintética é C_4 (Lorenzi, 1991; 1994; Kissmann & Groth, 1997). Os colmos são cilíndricos, compridos, geniculados, ascendentes ou decumbentes, com entrenós e nós glabos e de coloração verde claro, que em contato com o solo úmido também podem enraizar a partir dos nós inferiores (Leitão Filho et al., 1972; Leitão Filho, 1977; Lorenzi, 1991; Kissmann & Groth, 1997).

O sistema radicular é do tipo fasciculado e a bainha foliar com 4 - 15 cm de comprimento é estriada, verde pálida ou alva e ciliada nos bordos, anel de cílios brancos na inserção da lamina, de tamanho variável, com 5-25 cm de comprimento por 0,8-1,5 cm de largura, planas, com nervura mediana clara e proeminente na fase dorsal, verde intensa e brilhante (Leitão Filho et al., 1972; 1977; Aranha et al., 1984; Kissmann & Groth, 1997).

A inflorescência terminal em forma de panículas com 10-30cm de comprimento é constituída por 3-8 racemos com 3-10 cm que se inserem alternadamente na parte superior do eixo. As flores são unifloras, glabras, verde-claras, inseridas isoladas e alternadamente com 4-5 mm de comprimento por 2,0-2,5 mm de largura (Leitão Filho, 1972; Leitão Filho et al., 1977; Lorenzi, 1991). A cariopse apresenta-se abovada ou abovado-arredondada, de plano-convexa a achatada, com 2,2-2,5 mm de comprimento, 1,5-1,8 mm de largura e 0,5-0,6 mm de espessura, lado ventral plano, dorsal levemente arqueado e pericarpo liso, esbranquiçado ou amarelado (Leitão Filho et al., 1972; Aranha et al., 1984; Kissmann & Groth, 1997).

Suas sementes apresentam baixa viabilidade logo após a maturação, sendo que a dormência se verifica em função da impermeabilidade do tegumento (Freitas et al., 1990). Passado o inverno, geralmente têm o poder de germinação significativamente aumentado, conservando e permanecendo viáveis no banco de sementes do solo por muito tempo (Freitas et al., 1990; Lorenzi, 1991). Na Região Meridional do Brasil, a germinação de sementes próximo à superfície do solo ocorre durante a primavera e verão e nas condições da Região Sul, o desenvolvimento vegetativo se dá até março ou abril, com florescimento e frutificação até maio; enquanto que em locais sem inverno rigoroso o ciclo tende a ser mais longo (Kissmann & Groth, 1997) .

No plantio direto na palha, o manejo dessa planta apresenta maior dificuldade, uma vez que esse sistema de cultivo permite grande acúmulo de sementes na superfície do solo. Desse modo, a pequena movimentação necessária para a abertura dos sulcos utilizados para deposição das sementes

de soja torna-se suficiente para ocorrência de significativa infestação nas linhas de plantio (Kissmann & Groth, 1991; 1997).

Considerando a atual legislação sobre os produtos agrotóxicos e afins, verifica-se a existência de cerca de 33 herbicidas e 18 misturas formuladas visando seu controle em diversas culturas, sendo que para a da soja, o número de opções destinadas ao manejo dessa espécie é também bastante significativo, existindo aproximadamente vinte herbicidas onde quase que 53% são representados por inibidores da ACCase (Rodrigues & Almeida, 1998; Compêndio de defensivos agrícolas, 1999; Embrapa, 1998; 1999; Pereira et al., 1998; 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Com a finalidade de atender os objetivos propostos nessa pesquisa, foram instalados em diversas épocas, à partir de setembro de 1997 e até janeiro de 1999, uma série de experimentos independentes conduzidos em casa-de-vegetação. Esses, envolveram biótipos de algumas plantas daninhas importantes na cultura da soja, cujas sementes foram coletadas no final da safra 1996/97, em escapes localizados nas diferentes regiões produtoras do país. Nessas, as áreas caracterizaram-se por receberem uso contínuo e prolongado de herbicidas portadores do mesmo mecanismo de ação, principalmente inibidores da ALS e ACCase.

Essas populações foram então submetidas a ação dos principais herbicidas aplicados em pós-emergência e indicados para o controle de infestantes na cultura da soja e para efeito de comparação, utilizou-se de biótipos suscetíveis das mesmas espécies, mas provenientes de áreas de multiplicação de sementes de plantas daninhas localizadas nas Estações Experimentais da AgrEvo.

As amostras de sementes foram secas ao ar, purificadas através da separação da terra e outras impurezas, devidamente acondicionadas em recipientes adequados para armazenamento em câmara refrigerada e com controle de umidade, de modo a possibilitar sua preservação e manter o poder germinativo em bom nível durante todo período.

3.1 Caracterização dos experimentos

Foram conduzidos nove experimentos envolvendo o biótipo suspeito de ser portador de resistência e o suscetível. Desse total, sete foram efetuados com *E. heterophylla* (EPHHL) e os demais, com *B. subalternans* (BIDSU) e *B. plantaginea* (BRAPL).

3.1.1 Procedência do material

a) *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL)

Sementes de sete populações dessa espécie foram coletadas à partir de plantas que sobreviveram a tratamentos com herbicidas e localizadas em regiões produtoras de soja nos municípios de Tupanciretã, no Estado do Rio Grande do Sul; Caarapó, no Estado do Mato Grosso do Sul; Cascavel e Nova Aurora, no Estado do Paraná, bem como em Assis, no Estado de São Paulo.

Como característica comum, o histórico dessas áreas revelaram a utilização contínua e sistemática, durante períodos situados entre cinco e sete anos, de herbicidas classificados como pertencentes aos grupos dos inibidores da ALS representados principalmente por imidazolinonas, onde imazaquin e imazethapyr apareceram com grande destaque, ou por sulfoniluréias, através do chlorimuron-ethyl; suspeitando-se portanto, da ocorrência de possíveis casos de resistência em função de constantes observações do aumento de falhas no controle dessas plantas ao longo do tempo.

Para efeito de identificação, o material foi codificado quanto à sua procedência, do seguinte modo: ER₁ e ER₂ - Tupanciretã (RS); ER₃ Caarapó (MS); ER₄ e ER₅ - Cascavel (PR); ER₆ – Nova Aurora (PR); ER₇ – Assis (SP) e ES – Cosmópolis (SP).

b) *Bidens subalternans* L. (BIDSU)

Sementes dessa planta daninha foram coletadas à partir de escapes localizados em área produtora de soja no município de São Gabriel D'Oeste, no Estado do Mato Grosso do Sul, cujo histórico do local também revelou o uso contínuo e sistemático de inibidores da ALS, dos grupos das imidazolinonas e sulfoniluréias com destaque para imazethapyr e chlorimuron-ethyl, respectivamente; suspeitando-se portanto, da manifestação de caso de resistência em função da observação de constantes aumentos nas falhas de controle. Para efeito dessa pesquisa, o material foi codificado como BR, enquanto que o suscetível também proveniente da estação experimental da AgrEvo, na mesma região produtora, recebeu o código BS.

c) *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL)

Sementes dessa gramínea foram coletadas em plantas localizadas em Manguaírinha, no Estado do Paraná, que sobreviveram a tratamentos com alguns herbicidas graminicidas inibidores da ACCase aplicados em pós-emergência total. O histórico local revelou que nos últimos anos não se vinha conseguindo obter controle satisfatório dentro de limites tecnicamente aceitáveis, através da aplicação contínua de fluazifop-p-butil, mesmo quando seguido de tratamento com sethoxydim, nas doses recomendadas. Nesse local, foi observado a presença de plantas completamente controladas, mas por outro lado, também de plantas parcialmente controladas ou mesmo daquelas que sequer apresentaram sintomas de terem recebido qualquer tratamento herbicida; suspeitando-se portanto, de casos de resistência. Para efeito desse trabalho, o material foi codificado como BPR, enquanto que o procedente da área de produção de sementes da Estação Experimental da AgrEvo, em Cosmópolis, no Estado de São Paulo, recebeu o código BPS.

3.1.2 Localização geográfica

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação dotada de equipamento automático de irrigação por aspersão, com bicos espaçados a 1,5 m colocados em linhas distanciadas a 2,0m entre si e localizada nas dependências da Estação Experimental da AgrEvo, no município de Cosmópolis, (SP), cujas coordenadas geográficas são latitude 22°38' sul, longitude 43°10' oeste e altitude de 650 metros.

3.1.3 Recipiente de plantio e substrato

Na condução dos experimentos foram utilizados como recipientes de plantio, vasos plásticos perfurados, com capacidade para 1,3 litros e medindo 14,8 cm no diâmetro maior; 9,8 cm no menor e 12,2 cm de altura (vaso nº 15).

Para cultivo das plantas daninhas, os vasos receberam substrato composto por três partes de terra para uma de húmus, que por sua vez foi previamente tratado com produto a base de brometo de metila, de acordo com as instruções de uso recomendadas, e de modo a eliminar possíveis contaminantes que pudessem interferir nos objetivos desse trabalho. As análises granulométrica e química de macronutrientes do substrato encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Análises granulométrica e química de macronutrientes do substrato⁽¹⁾ utilizado nos experimentos com *E. heterophylla* (EPHHL), *B. subalternans* (BIDSU) e *B. plantaginea* (BRAPL).

Composição Granulométrica (%)					
Areia Grossa		Areia Fina		Argila	Silte
33,4		11,8		10,2	44,6
Densidade Aparente		Densidade Real		Classe Textural	
0,6		2,7		Franco	
Composição Química					
pH ⁽²⁾	pH ⁽³⁾	MO(%)	C	P ⁽⁴⁾ (Resina)	P ⁽⁵⁾ (Mehlich)
5,5	6,2	18,9	110	185	115
H	Al	K ⁽⁵⁾	SB	CTC	V(%)
20,2	0	0,38	10,28	12,88	79,81

Mehlich – 1:10 = K, Na, Fe, Mn, Cu, Zn.

⁽¹⁾ Resultados fornecidos pelo Laboratório Unithal. Campinas, SP.

⁽²⁾ CaCl₂; ⁽³⁾ H₂O; ⁽⁴⁾ mg.dm⁻³; ⁽⁵⁾ c.mol.c.dm⁻³

3.1.4 Semeadura e obtenção das plântulas

A semeadura do material foi realizada em 23.9.97 (biótipos ER₁-ES₁ e ER₂-ES₂); 06.1.98 (biótipos ER₃-ES₃ e ER₄-ES₄); 26.2.98 (biótipos ER₅-ES₅ e ER₆-ES₆); 29.9.98 (biótipos ER₇-ES₇); 17.11.98 (biótipos BR-BS) e em 05.12.98 (biótipos BPR-BPS); sendo que as sementes foram colocadas em excesso nos recipientes de plantio a profundidade de aproximadamente 1-2 cm e recobertas com fina camada de substrato. Após pleno estabelecimento, quando as plântulas apresentavam-se completamente emergidas, procedeu-se a operação de raleio, selecionando-se quatro plântulas uniformes em cada

vaso, de modo a minimizar possível interferência provocada pela heterogeneidade do material. De modo complementar, para suprir eventual necessidade de nova seleção no momento da aplicação dos herbicidas, foram semeados vasos adicionais, que por sua vez, também foram submetidos ao mesmo procedimento.

Todas populações cultivadas apresentaram excelente desenvolvimento vegetativo e em aproximadamente duas e três semanas as plântulas atingiram os estádios recomendados para as aplicações dos herbicidas, ou seja, 2-4 folhas para *E. heterophylla* e *B. subalternans* e 3 folhas-1 perfilho para *B. plantaginea*.

3.1.5 Aplicação dos herbicidas

Os herbicidas foram aplicados respectivamente em 18.10.97 (ER₁-ES₁ e ER₂-ES₂); 02.02.98 (ER₃-ES₃ e ER₄-ES₄); 23.3.98 (ER₅-ES₅ e ER₆-ES₆); 22.10.98 (ER₇-ES₇); 12.12.98 (BR-BS) e 04.01.99 (BPR-BPS). Nessa ocasião, os vasos referentes a cada tratamento e suas repetições, tanto do biótipo com suspeita de resistência como do suscetível, foram retirados da casa-de-vegetação e levados para local com área previamente demarcada no terreno e medindo 2,4 x 5,0 m. Nessa, os vasos foram depositados em posições pré-definidas, de modo a possibilitar os tratamentos com os herbicidas, retornando-os em seguida, às suas mesmas localizações no interior da casa-de-vegetação.

O equipamento utilizado nas aplicações foi um pulverizador costal pressurizado, tendo como gás propelente ar comprimido e equipado com barra dotada de seis bicos de jato plano de deposição contínua do tipo leque (XR 110.015) espaçados de 0,40 m entre si e mantidos a 0,50 m da superfície do solo. A formulação de campo foi depositada em garrafas plásticas com capacidade para um litro e com pressão de trabalho de 2,5 bar, o volume de calda foi de 0,24 L por tratamento e equivalendo a 200L.ha⁻¹

Durante as aplicações realizadas nas diferentes épocas foi verificado excelente deposição das gotas de pulverização sobre as plântulas, garantindo dessa maneira, grande eficácia na veiculação dos tratamentos herbicidas sobre o alvo.

3.1.6 Tratamentos

Os tratamentos utilizados nos experimentos envolveram os principais herbicidas de aplicação em pós-emergência com uso autorizado e recomendados na cultura da soja, incluindo-se inibidores de fotossíntese, das enzimas ALS, Protox e ACCase, bem como aqueles não seletivos para os quais encontram-se disponíveis cultivares geneticamente modificados e portadores de resistência, como inibidores de GS e EPSPs; e em todos, foram mantidas testemunhas absolutas correspondentes à dose zero. Para determinação dos tratamentos, partiu-se, inicialmente, da dose registrada, freqüentemente indicada e utilizada para o controle dessas plantas daninhas em condições de campo, seguida então de seus múltiplos sucessivos de dois, ou seja respectivamente, dois, quatro e oito vezes a primeira dose escolhida.

Os tratamentos adotados com as doses dos herbicidas e adjuvantes adicionados à calda de pulverização nos experimentos envolvendo os diversos biótipos de *E. heterophylla* (EPHHL) e *B. subalternans* (BIDSU) encontram-se respectivamente nos Quadros 2 e 3, enquanto que os utilizados no experimento com *B. plantaginea* (BRAPL) estão localizados no Quadro 4.

Quadro 2. Tratamentos utilizados nos experimentos com *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL). Cosmópolis, SP, 1997/99.

Herbicidas Nome comum	Dose ha ⁻¹ g.i.a.	Herbicidas Nome Comum	Dose ha ⁻¹ g.i.a.
chlorimuron-ethyl ⁽¹⁾	0	lactofen	240
chlorimuron-ethyl	15	lactofen	480
chlorimuron-ethyl	30	lactofen	960
chlorimuron-ethyl	60	flumiclorac-pentil ⁽⁵⁾	0
chlorimuron-ethyl	120	flumiclorac-pentil	40
imazethapyr ⁽²⁾	0	flumiclorac-pentil	80
imazethapyr	100	flumiclorac-pentil	160
imazethapyr	200	flumiclorac-pentil	320
imazethapyr	400	glufosinato de amônio ⁽⁶⁾	0
imazethapyr	800	glufosinato de amônio	150
fomesafen ⁽³⁾	0	glufosinato de amônio	300
fomesafen	250	glufosinato de amônio	600
fomesafen	500	glufosinato de amônio	1200
fomesafen	1000	glyphosate ⁽⁷⁾	0
fomesafen	2000	glyphosate	180
lactofen ⁽⁴⁾	0	glyphosate	360
lactofen	120	glyphosate	720
g.i.a. = grama do ingrediente ativo		glyphosate	1440

Obs: Nos tratamentos com chlorimuron-ethyl e flumiclorac-pentil foi adicionado à calda de pulverização, óleo mineral emulsionável (Attach) respectivamente a 0,05% (volume/volume) e 0,2% (volume/volume).

Nos tratamentos com fomesafen e glufosinato de amônio foi adicionado à calda de pulverização, espalhante nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (volume/volume).

⁽¹⁾ Classic – grânulos autodispersíveis em água com 250 g.i.a.kg⁻¹.

⁽²⁾ Pivot – solução aquosa concentrada com 100 g. i.a.L⁻¹.

⁽³⁾ Flex –concentrado emulsionável com 250 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁴⁾ Cobra – concentrado emulsionável com 240 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁵⁾ Radiant – concentrado emulsionável com 100 g.i.a.L⁻¹.

⁽⁶⁾ Finale – concentrado solúvel com 200 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁷⁾ Roundup – concentrado solúvel com 360 g e.a.L⁻¹.

Quadro 3. Tratamentos utilizados nos experimentos com *Bidens subalternans* L. (BIDSU). Cosmópolis, SP, 1998.

Herbicida Nome comum	Dose ha ⁻¹ g.i.a.	Herbicida Nome comum	Dose ha ⁻¹ g.i.a.
chlorimuron-ethyl ⁽¹⁾	0	lactofen	240
chlorimuron-ethyl	15	lactofen	480
chlorimuron-ethyl	30	lactofen	960
chlorimuron-ethyl	60	bentazon ⁽⁵⁾	0
chlorimuron-ethyl	120	bentazon	720
imazethapyr ⁽²⁾	0	bentazon	1140
Imazethapyr	100	bentazon	2880
Imazethapyr	200	bentazon	5760
Imazethapyr	400	glufosinato de amônio ⁽⁶⁾	0
Imazethapyr	800	glufosinato de amônio	150
fomesafen ⁽³⁾	0	glufosinato de amônio	300
Fomesafen	250	glufosinato de amônio	600
Fomesafen	500	glufosinato de amônio	1200
Fomesafen	1000	glyphosate ⁽⁷⁾	0
Fomesafen	2000	glyphosate	180
lactofen ⁽⁴⁾	0	glyphosate	360
Lactofen	120	glyphosate	720
g.i.a. = grama do ingrediente ativo		glyphosate	1440

Obs: Nos tratamentos com chlorimuron-ethyl e bentazon foi adicionado à calda de pulverização, óleo mineral emulsionável (Attach) respectivamente a 0,05% (volume/volume) e 0,5% (volume/volume).

Nos tratamentos com glufosinato de amônio foi adicionado à calda de pulverização, espalhante nonil fenol oxetilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (volume/volume).

⁽¹⁾ Classic – grânulos autodispersíveis em água com 250 g. i.a.kg⁻¹.

⁽²⁾ Pivot – solução aquosa concentrada com 100 g. i.a.L⁻¹.

⁽³⁾ Flex –concentrado emulsionável com 250 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁴⁾ Cobra – concentrado emulsionável com 240 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁵⁾ Basagran – concentrado emulsionável com 600 g.i.a.L⁻¹.

⁽⁶⁾ Finale – concentrado solúvel com 200 g.i.a.L⁻¹.

⁽⁷⁾ Roundup – concentrado solúvel com 360 g.e.a.L⁻¹.

Quadro 4. Tratamentos utilizados nos experimentos com *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL). Cosmópolis, SP, 1998/99.

Herbicida Nome comum	Dose.ha ⁻¹ g.i.a.	Herbicida Nome comum	Dose.ha ⁻¹ g.i.a.
clethodim ⁽¹⁾	0	quizalofop-p-ethyl ⁽⁶⁾	0
clethodim	84	quizalofop-p-ethyl	75
clethodim	168	quizalofop-p-ethyl	150
clethodim	336	quizalofop-p-ethyl	300
clethodim	772	quizalofop-p-ethyl	600
fenoxaprop-p-ethyl ⁽²⁾	0	sethoxydim ⁽⁷⁾	0
fenoxaprop-p-ethyl	66	sethoxydim	230
fenoxaprop-p-ethyl	132	sethoxydim	460
fenoxaprop-p-ethyl	264	sethoxydim	920
fenoxaprop-p-ethyl	528	sethoxydim	1840
fluazifop-p-butil ⁽¹⁾	0	fenoxaprop-p-ethyl + clethodim ⁽⁸⁾	0
fluazifop-p-butil	187,5	fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	100
fluazifop-p-butil	375	fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	200
fluazifop-p-butil	750	fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	400
fluazifop-p-butil	1500	fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	800
haloxyfop-methyl ⁽³⁾	0	glufosinato de amônio ⁽⁹⁾	0
haloxyfop-methyl	120	glufosinato de amônio	150
haloxyfop-methyl	240	glufosinato de amônio	300
haloxyfop-methyl	480	glufosinato de amônio	600
haloxyfop-methyl	960	glufosinato de amônio	1200
propaquizafop ⁽⁴⁾	0	glyphosate ⁽¹⁰⁾	0
propaquizafop	125	glyphosate	180
propaquizafop	250	glyphosate	360
propaquizafop	500	glyphosate	720
propaquizafop	1000	glyphosate	1440

g.i.a. = grama do ingrediente ativo

Obs: Nos tratamentos com clethodim; haloxyfop-methyl, propaquizafop, sethoxydim e fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, foi adicionado à calda de pulverização, óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,5% (volume/volume).

Nos tratamentos com glufosinato de amônio foi adicionado à calda de pulverização, espalhante nonil fenol oxetilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (volume/volume).

⁽¹⁾ Select – concentrado emulsionável com 240 g. i.a.L⁻¹.

⁽²⁾ Podium – concentrado emulsionável com 110 g. i.a.L⁻¹.

⁽³⁾ Fusilade – concentrado emulsionável com 125 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁴⁾ Verdict – concentrado emulsionável com 240 g.i.a.L⁻¹.

⁽⁵⁾ Shogum – concentrado emulsionável com 100 g. i.a.L⁻¹.

⁽⁶⁾ Targa – concentrado emulsionável com 50 g.i.a.L⁻¹.

⁽⁷⁾ Poast – concentrado emulsionável com 184 g.i.a.L⁻¹.

⁽⁸⁾ Podium S – concentrado emulsionável com 50 + 50 g.i.a..L⁻¹.

⁽⁹⁾ Finale – concentrado solúvel com 200 g.i.a.L⁻¹.

⁽¹⁰⁾ Roundup – concentrado solúvel com 360 g. e.a.L⁻¹.

As principais características dos produtos aplicados, de acordo com Compêndio de defensivos agrícolas (1996; 1999), Rodrigues & Almeida (1995; 1998), Vidal (1997) e Pereira et al. (1998; 1999) são as seguintes:

a) ***Chlorimuron-ethyl***

nome químico: etil 2-((((4-cloro-6-metoxi-pirimidina-2-il) amino) carbonil)amino sulfonil)benzoato.

grupo químico: sulfoniluréias

Registrado exclusivamente para uso na cultura da soja, onde o intervalo de segurança é de 65 dias e a tolerância de resíduos 5.10^{-2} ppm; esse herbicida é absorvido principalmente por via foliar e translocando-se tanto pelo xilema quanto pelo floema, movimenta-se por toda planta. Sua pressão de vapor é de $1,5.10^{-5}$ mm Hg a 25°C, a solubilidade em água, 9 ppm (pH 5,0) e o valor do coeficiente de distribuição entre octanol é água e 320 (pH 5,0). A formulação utilizada encontra-se disponível na forma de grânulos autodispersíveis em água com 250 g do ingrediente ativo por quilograma do produto comercial (**Classic**). Essa, apresenta DL_{50} aguda oral superior a 5.10^3 mg.kg⁻¹ (ratos); DL_{50} aguda dérmica localizada acima de 2.10^3 mg.kg⁻¹ (coelhos) e sendo considerada pouco irritante para olhos e não irritante para pele, é atualmente enquadrada na classe toxicológica III (medianamente tóxico).

b) ***Imazethapyr***

nome químico: ácido 2-[4,5-dihidro-4-metil-4(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo]-5- etil-3-piridinacarboxílico

grupo químico: imidazolinonas

Com registro para uso exclusivo na cultura da soja, onde o intervalo de segurança é de 100 dias e a tolerância de resíduos 10^{-2} ppm; esse herbicida, cuja absorção pelas plantas ocorre tanto por via radicular como foliar, transloca-se pelo xilema e floema e acumula-se nos meristemas de crescimento provocando sua morte. A pressão de vapor é inferior a $1,0 \cdot 10^{-7}$ mm Hg a 60°C , a solubilidade em água é de $1,4 \cdot 10^3$ ppm a 25°C (pH 7,0) e o valor do coeficiente de distribuição entre octanol e água, 3,1 (pH 7,0). O produto utilizado apresenta-se sob a forma de solução aquosa concentrada com 100 gramas do ingrediente ativo em equivalente ácido por litro do produto comercial (**Pivot**). Nessa, os valores da DL_{50} aguda oral (ratos) e dérmica (coelhos) encontram-se localizados acima de $5 \cdot 10^3$ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ e não sendo irritante para pele e olhos, é atualmente enquadrada na classe toxicológica IV (pouco tóxico).

c) *Fomesafen*

nome químico: 5 - (2 - cloro-4 - (trifluorometil) fenoxi) – N - metilsulfonil – 2 - nitrobenzamida

grupo químico: difenil-éteres

Com uso autorizado nas culturas de feijão e soja, na qual o intervalo de segurança é de 60 dias e a tolerância de resíduos $3 \cdot 10^{-2}$ ppm; esse herbicida é absorvido principalmente pelas folhas e com menor intensidade através das raízes das plantas. Apresenta pressão de vapor de $1,0 \cdot 10^{-7}$ mm Hg a 50°C ; ,solubilidade em água de $6 \cdot 10^5$ ppm a 20°C (sal de Na) e coeficiente de distribuição entre octanol e água de 794 (pH 1,0). Sua translocação se verifica pelo xilema, mas é comprometida pela rápida dessecação que provoca nos tecidos. Trata-se de inibidor da enzima protoporfirinogem oxidase (Protox), que induz a produção de radicais de oxigênio que promovem a peroxidação de

lipídeos com conseqüente destruição da membrana celular. A formulação utilizada apresenta-se como concentrado emulsionável com 250 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Flex**). Nessa, a DL_{50} aguda oral é de 7.961 mg.kg^{-1} (ratos); a DL_{50} aguda dérmica corresponde a 5.040 mg.kg^{-1} (ratos) e sendo irritante para olhos e com moderada irritabilidade para pele, encontra-se atualmente classificado como pertencente à classe toxicológica I (extremamente tóxico).

d) **Lactofen**

nome químico: 1' (carboetoxi) etil 5 – (2- cloro- 4 (trifluoro – metil) fenoxi) – 2 – nitrobenzoato.

grupo químico: difenil-éteres.

Registrado na cultura da soja onde o intervalo de segurança é de 84 dias e a tolerância de resíduo 3.10^{-2} ppm; esse herbicida cuja pressão de vapor é de $4,0.10^{-9}$ mm Hg a 25°C é principalmente absorvido através das folhas mas apresentando translocação muito limitada, atua essencialmente por ação tópica. Trata-se de inibidor da enzima protoporfirinogen oxidase (Protox), que induz a formação de radicais de oxigênio que promovem a peroxidação de lipídeos e conseqüente destruição da membrana celular. A formulação utilizada apresenta-se como concentrado emulsionável com 240 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Cobra**). Nessa, os valores para DL_{50} aguda oral e dérmica são respectivamente 2.533 mg.kg^{-1} (ratos) e superior a $2.10^3 \text{ mg.kg}^{-1}$ (coelhos), enquadrando-se atualmente na classe toxicológica I (extremamente tóxico).

d) *Flumiclorac-pentil*

nome químico: pentil – [2-cloro-5-(ciclohex-1-ene-1,2-dicarboximida)-4-fluorofenoxil] acetato.

grupo químico: ftalimidas

Com uso autorizado exclusivamente na cultura da soja onde o intervalo de segurança é de 30 dias e a tolerância de resíduos $5 \cdot 10^{-2}$ ppm; esse herbicida é absorvido pelas folhas, caules e gemas das plantas, atuando rapidamente por ação tópica, uma vez que praticamente não se transloca. Trata-se de inibidor da enzima protoporfirinogem oxidase (Protox) que apresenta pressão de vapor menor que $1,0 \cdot 10^{-7}$ mm Hg a $22,4^{\circ}\text{C}$; solubilidade em água de 3,4 ppm a 20°C e coeficiente de distribuição entre octanol e água de 97.720 a 20°C . A formulação utilizada encontra-se na forma de concentrado emulsionável com 100 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Radiant**). E nessa, apresenta DL_{50} aguda oral de $5,2 \cdot 10^3$ mg.kg⁻¹ (ratos), DL_{50} aguda dérmica de $5 \cdot 10^3$ mg.kg⁻¹ (coelhos), e sendo irritante para pele e olhos é atualmente enquadrada na classe toxicológica I (extremamente tóxico).

f) *Bentazon*

nome químico: 3-isopropil-2,1,3-benzotiodiazinona-(4)-2,2-dióxido

grupo químico: benzotiadiazinas

Trata-se de inibidor de fotossíntese com uso autorizado nas culturas de arroz, amendoim, feijão, milho, trigo e soja, onde o intervalo de segurança é de 90 dias e a tolerância de resíduos 10^{-2} . Esse herbicida, cuja

solubilidade em água é de $2,3 \cdot 10^6$ ppm a 20°C (sal), pressão de vapor menor que $1,0 \cdot 10^{-9}$ mm Hg a 20°C e coeficiente de distribuição entre octanol e água de $35 \cdot 10^{-2}$, é essencialmente absorvido através das folhas e tecidos verdes das plantas, mas sua translocação é extremamente reduzida. A formulação usada apresenta-se como concentrado solúvel com 600 g do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Basagran**) e nessa, os valores para DL_{50} aguda oral e dérmica são respectivamente 2.063 mg.kg^{-1} (ratos) e $5 \cdot 10^3 \text{ mg.kg}^{-1}$ (ratos) e sendo considerada não irritante para pele e moderadamente para olhos é atualmente enquadrada na classe toxicológica II (altamente tóxico).

g) *Glufosinato de amônio*

nome químico: amônio-DL-homoalanina-4-il (metil) fosfinato

grupo químico: derivados de aminoácido.

Com uso autorizado nas culturas de alface, algodão, banana, batata, café, citros, eucalipto, maçã, milho, nectarina, pêssigo, repolho, trigo, uva, quando aplicado em jato dirigido ou protegido e em soja onde o intervalo de segurança é de 10 dias e a tolerância $5 \cdot 10^{-2}$ ppm, tanto no sistema de manejo em plantio direto na palha como na dessecação da cultura; esse herbicida, um inibidor de glutamina sintetase (GS) é exclusivamente absorvido por via foliar, apresentando também reduzida translocação através do xilema e floema. Sua pressão de vapor é de $35 \cdot 10^{-7}$ mm Hg a 20°C e a formulação utilizada encontra-se na forma de concentrado solúvel com 200 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Finale**) e nessa, os valores relativos à DL_{50} aguda oral e dérmica são respectivamente $2,98 \cdot 10^{-3} \text{ mg.kg}^{-1}$ (ratos) e $8,04 \cdot 10^{-2} \text{ mg.kg}^{-1}$ (ratos) e sendo considerada não irritante para pele e olhos é atualmente enquadrada na classe toxicológica III (medianamente tóxico).

h) *Glyphosate*

nome químico: N-(fosfonometil) glicina

grupo químico: derivados da glicina

Registrado atualmente para o controle não seletivo de plantas daninhas em diversas culturas como ameixa, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, eucalipto, maçã, nectarina, pêra, pêssego, pinho, seringueira, uva, pastagem, bem como em pulverização de manejo em arroz, milho, trigo e soja onde a tolerância é de $2 \cdot 10^{-1}$ ppm; esse herbicida, um inibidor de enol piruvil shiquimato fosfato sintase (EPSPs) é absorvido pelas folhas e transloca-se sistemicamente, com preferência pelo floema, tanto para folhas e meristemas aéreos, como para subterrâneos. Na forma ácida, a solubilidade em água é de $15,7 \cdot 10^3$ ppm a 25°C (pH 7,0); a pressão de vapor, $1,84 \cdot 10^{-7}$ mm Hg a 45°C e o coeficiente de distribuição entre octanol e água encontra-se localizado entre $6 \cdot 10^{-4}$ e $17 \cdot 10^{-4}$. O produto técnico na forma de sal isopropilamina apresenta DL_{50} aguda oral e dérmica superior a $5 \cdot 10^3$ mg.kg⁻¹ (ratos) e sua irritabilidade para a pele e olhos é moderada. A formulação utilizada encontra-se disponível na forma de concentrado solúvel com 360 gramas do ingrediente ativo em equivalente ácido por litro do produto comercial (**Roundup**) e essa é enquadrada atualmente na classe toxicológica IV (pouco tóxico).

i) *Clethodim*

nome químico: (E,E) – (+/-)-2- [1-[[3-cloro-2-propenil) oxi] imino] propil]-5-[2-etiltio] propil]-3-hidroxi-2-ciclohexeno-1-ona.

grupo químico: ciclohexenonas

Registrado para o controle de plantas daninhas culturas de alho, algodão, batata, cebola, cenoura, feijão, tomate e soja, na qual o intervalo de segurança é de 60 dias e a tolerância de resíduos equivale a 1 ppm; sua absorção pelas plantas ocorre essencialmente por via foliar e sendo translocado por via apoplástica, atinge também raízes e rizomas. Trata-se de inibidor da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) cuja solubilidade em água é $5,52.10^3$ ppm (pH 7,0), pressão de vapor de $1,5.10^{-6}$ mm Hg a 20°C e coeficiente de distribuição entre octanol e água de $1,5.10^4$. A formulação usada apresenta-se sob a forma de concentrado emulsionável com 240 g do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Select**) na qual os valores da DL_{50} aguda oral e dérmica são respectivamente $3,61.10^3$ mg.kg⁻¹ (ratos) e superior a 5.10^3 (coelhos) e sendo levemente irritante para pele e moderadamente irritante para olhos, é enquadrada atualmente na classe toxicológica II (altamente tóxico).

j) *Fenoxaprop-p-ethyl*

nome químico: (D⁺)-etil -2[4-(6-cloro-2-benzoxazoliloxi) -fenoxi]-propanoato.

grupo químico: derivados do ácido fenoxicarboxílico

Com uso autorizado nas culturas de alface, arroz, batata, cebola, cenoura, ervilha, feijão e soja, na qual o intervalo de segurança é de 60 dias com tolerância de resíduos de 2.10^{-2} ppm; esse herbicida é absorvido pelas folhas e translocando-se através do xilema e floema, atinge raízes e rizomas. Trata-se de inibidor da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) cuja solubilidade em água localiza-se entre 0,5 e 1,0 ppm a 20°C; a pressão de vapor é de $1,4.10^{-7}$ mm Hg a 20°C e o coeficiente de distribuição entre octanol e água, $13,2.10^3$. O produto utilizado apresenta-se sob a forma de emulsão concentrada com 110 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial

(**Podium**) e nessa, os valores da DL_{50} aguda oral e dérmica situam-se respectivamente acima de $6.10^3 \text{ mg.kg}^{-1}$ (ratos) e $12.10^3 \text{ mg.kg}^{-1}$ (coelhos), enquadrando-se na classe toxicológica III (medianamente tóxico).

l) *Fluazifop-p-butyl*

nome químico: propionato de 2-(4-(5-trifluorometil-2-iloxipiridina)fenoxi)-n-butila.

grupo químico: aril oxi-fenoxi-propionatos

Registrado para o controle de plantas daninhas nas culturas de alface, algodão, café, cebola, cenoura, crisântemo, fumo, laranja, roseira, tomate e soja, na qual o intervalo de segurança é 80 dias e a tolerância de resíduos 3.10^{-1} ppm; esse herbicida, um inibidor da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase), é principalmente absorvido por via foliar, se bem que em menor intensidade e na dependência da dose aplicada, também através do sistema radicular da planta, onde translocando-se tanto pelo xilema como pelo floema, acumula-se nos meristemas de crescimento provocando sua morte. A solubilidade em água, é de 2 ppm a 20°C ; a pressão de vapor corresponde a $5,5.10^{-5}$ mm Hg a 20°C e o coeficiente de distribuição entre octanol e água equivale a 8.10^{-1} (pH 7,0). O produto utilizado é apresentado como concentrado emulsionável com 125 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Fusilade**) e nessa, os valores relativos à DL_{50} aguda oral e dérmica são de respectivamente 4.662 mg.kg^{-1} (atos) e $1,9.10^3 \text{ g.kg}^{-1}$ (ratos), sendo enquadrada como pertencente à classe toxicológica II (altamente tóxico).

m) *Haloxifop-methyl*

nome químico: metil-2-[4-(3-cloro-5-(trifluorometil-2-piridinoksi)) fenoxi]
propanoato

grupo químico: aril oxi-fenoxi-propionatos

Com indicações de uso aprovadas para uso na cultura da soja, onde o intervalo de segurança é de 98 dias e a tolerância de resíduos 5.10^{-2} ppm; esse herbicida, um inibidor da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase), é absorvido tanto por via foliar como radicular, e sendo translocado pelo simplasto, acumula-se nos tecidos meristemáticos provocando necrose e morte da planta. A solubilidade em água é de 9,3 ppm a 25°C; a pressão de vapor equivale a $6,5.10^{-7}$ mm Hg a 25°C e o coeficiente de distribuição entre octanol e água, 11,7. A formulação usada foi um concentrado emulsionável com 240 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Verdict**) onde a DL_{50} aguda oral localiza-se entre $1,3.10^3$ e $2,5.10^3$ mg.kg⁻¹ (ratos), a DL_{50} aguda dérmica, entre $6,3.10^2$ e 2.10^3 mg.kg⁻¹ (coelhos) e sendo irritante para pele e olhos é enquadrada na classe toxicológica I (altamente tóxico).

n) ***Propaquizafop***

nome químico: 2-Isopropilideamino-oxietil-R-2-[4-(6-cloroquinoxalina -2-iloxi) fenoxi] propionato

grupo químico: aril oxi-fenoxi-propionatos

Herbicida do grupo dos inibidores da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) com uso atualmente autorizado para controle de plantas daninhas nas culturas de algodão e soja, nas quais o intervalo de segurança é de 85 dias. Sua absorção pelas plantas ocorre basicamente através das folhas, muito embora quando atinge o solo, pequena parte possa também ser absorvida através das raízes. Apresenta pressão de vapor de $1,73.10^{-8}$ mm Hg a 25°C, solubilidade em água de 1,9 ppm e sua translocação se verifica através do xilema e floema, onde acumulando-se nas regiões meristemáticas provoca necrose. A formulação usada foi um concentrado emulsionável com 100 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Shogum**) cujos valores da

DL₅₀ aguda oral e dérmica são respectivamente 3.479 mg.kg⁻¹ (ratos) e superior a 2.10³ mg.kg⁻¹ (ratos) e sendo levemente irritante para pele e moderadamente irritante para olhos é enquadrada na classe toxicológica III (medianamente tóxico).

o) ***Quizalofop-p-ethyl***

nome químico: etil-2(4-(6-cloro-2-quinoxaliloxi) fenoxi) propionato

grupo químico: éster propiônico fenoxi

Herbicida atualmente registrado na cultura da soja, onde o intervalo de segurança é de 30 dias e a tolerância de resíduos 5.10⁻² ppm, trata-se de inibidor da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) que apresentando absorção foliar e sendo translocado através do xilema e floema, acumula-se nas regiões meristemáticas das partes aérea e radicular, provocando necrose, com conseqüente morte da planta. A pressão de vapor é de 8,3.10⁻¹⁰ mm Hg a 20°C e a solubilidade em água é de 4.10⁻¹ ppm a 20°C. A formulação usada apresenta-se como concentrado emulsionável contendo 50 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Targa**), que apresentando valores para DL₅₀ aguda oral e dérmica de respectivamente 2.551 mg.kg⁻¹ (ratos) e 2.10³ mg.kg⁻¹ (ratos) e sendo irritante para pele e olhos é atualmente enquadrada na classe toxicológica I (extremamente tóxico).

p) ***Sethoxydim***

nome químico: 2-1-etoximino-butil-5-2- (etiltio) -propil-3-hidroxi-2-ciclohexeno - 1-ona.

grupo químico: hidroxi-ciclo-hexenos

Com uso autorizado para controle de plantas daninhas nas culturas de algodão, eucalipto, feijão, fumo, girassol, gladiolo e soja, onde o intervalo de segurança é de 60 dias e a tolerância de resíduos é de 5.10^{-2} ppm; esse herbicida, um inibidor da acetil-coenzima A carboxilase (ACCase), é mais rápida e intensamente absorvido pelas folhas, muito embora possa ocorrer alguma absorção pelas raízes. Sendo translocado através do xilema e floema, acumula-se nas regiões meristemáticas ocasionando necrose e posterior morte da planta. A solubilidade em água é de $4,7.10^3$ ppm a 20°C (pH 7,0), a pressão de vapor é inferior a 10^{-6} mm Hg a 20°C e o coeficiente de distribuição entre octanol e água é de 45,1 (pH 7,0). A formulação usada foi um concentrado emulsionável com 184 gramas do ingrediente ativo por litro do produto comercial (**Poast**) e encontra-se atualmente enquadrada na classe toxicológica II (altamente tóxico).

q) ***Fenoxaprop-p-ethyl***

nome químico: (D⁺)-etil -2[4-(6-cloro-2-benzoxazoliloxi) -fenoxi]-propanoato + (E,E) - (+/-)-2- [1-[[3-cloro-2-propenil) oxi] imino] propil]-5-[2-etiltio) propil]-3-hidroxi-2-ciclohexeno-1-ona.

grupo químico: derivados do ácido fenoxicarboxílico e ciclohexenonas

Mistura formulada contendo 50 gramas de fenoxaprop-p-ethyl e 50 gramas de clethodim por litro do produto e apresentada na forma de concentrado emulsionável (**Podium S**). É registrada atualmente para uso nas culturas de batata, cebola, cenoura, feijão e soja, onde o intervalo de segurança é de 60 dias e enquadrada na classe toxicológica II (altamente tóxico).

r) ***Óleo mineral emulsionável***

composição: hidrocarbonetos alifáticos saturados provenientes da destilação de petróleo

grupo químico: hidrocarbonetos

Adjuvante para ser adicionado em caldas de herbicidas destinados ao controle em pós-emergência de plantas daninhas em diversas culturas entre as quais a da soja. É apresentado sob a forma de concentrado emulsionável com 75,0% m.v⁻¹ (**Attach**) e classificado como pertencente à classe toxicológica IV (pouco tóxico).

s) ***Nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico***

grupo químico: álcool e fenol

Produto espalhante destinado a associação com caldas de herbicidas passíveis de serem aplicadas em pós-emergência, visando aumentar ou melhorar a ação tópica, auxiliar a penetração e acelerar a eficácia dos mesmos. A formulação usada é apresentada sob a forma de solução aquosa concentrada com respectivamente 400 + 150 gramas de cada componente ativo por litro do produto comercial (**Herbitensil**) e enquadrado atualmente como pertencente à classe toxicológica IV (pouco tóxico).

3.1.7 Avaliações

As avaliações dos experimentos foram realizadas visualmente aos 20 dias após aplicação dos herbicidas (DAA) utilizando-se escala de notas em porcentagem, onde zero representou nenhum controle e 100% controle total ou morte da planta. Nessa mesma época, todas parcelas foram colhidas, cortando as plantas remanescentes rente ao solo com auxílio de tesoura, procedendo-se então a imediata retirada do material presente, inclusive o resíduo de plantas mortas, para através de balança eletrônica com precisão de 10^{-2} g, obter o peso da fitomassa verde da parte aérea.

3.1.8 Análise dos resultados e estabelecimento das curvas de dose-resposta

Os dados de cada evento foram submetidos a análise de variância, sendo empregado o teste F para verificar a homogeneidade entre tratamentos com herbicida, doses, populações de espécies ou biótipos [resistente (R) e suscetível (S)] e suas interações. Os dados de porcentagem de controle e produção de fitomassa verde em relação à testemunha foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$ para efeito de análise de variância e quando o teste F foi significativo, comparou-se as médias dos fatores qualitativos e suas interações, através do teste de Tukey a 5%.

Para efeito de doses de herbicida dentro de cada população de plantas, foi empregado o programa de ajuste de curvas denominado "Curve Expert 1.3." Cada conjunto de dados foi caracterizado através da equação de ajuste que melhor representou o comportamento da variável em relação ao efeito dos tratamentos com os herbicidas e suas doses, onde os coeficientes de determinação (r^2) foram superiores a 0,96, sendo discutidos apenas os desdobramentos da análise onde o teste F foi significativo.

A comparação das respostas dos diferentes biótipos à ação das doses dos herbicidas foi efetuada utilizando-se como parâmetros a que provocou 50% de controle (LD_{50}); na fitomassa verde e sua porcentagem de produção em relação à testemunha (GR_{50}), chegando-se ao valor do fator de resistência (FR), representativo do número de vezes em que a dose necessária para proporcionar 50% do controle ou redução na fitomassa verde do biótipo suscetível deve ser superior para que possa ocorrer o mesmo efeito sobre o resistente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL)

Através dos resultados encontrados relativos à porcentagem de controle, observa-se que somente chlorimuron-ethyl e imazethapyr não exerceram controle eficaz em nenhum dos biótipos objeto de avaliação, uma vez que os índices situaram-se muito abaixo do mínimo tecnicamente aceitável; bem como dos valores obtidos quando a população suscetível foi submetida aos mesmos tratamentos, ainda que possam ter apresentado algumas variações. Desse modo, para chlorimuron-ethyl os valores localizaram-se entre 0-37%, enquanto que no suscetível, entre 67-99% onde os menores, que ficaram entre 67-80%, foram observados apenas em algumas situações nas quais esse herbicida foi aplicado na dose menor em plantas mais desenvolvidas. Para imazethapyr, o nível de controle permaneceu entre 81-98% para a população suscetível e entre 2-49% para os demais biótipos. Tal situação foi também observada para fitomassa verde, uma vez que os percentuais obtidos nos tratamentos com chlorimuron-ethyl oscilaram praticamente entre 4-44% na população suscetível e 70-100% nos demais biótipos; enquanto que para imazethapyr os valores permaneceram situados entre 2-12% e 51-100% respectivamente (Quadros 5 a 11).

Quadro 5. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₁ e ES₁) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1997.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		ER ₁ *	ES ₁ *	ER ₁ *	ES ₁ *	ER ₁ *	ES ₁ *
chlorimur on-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	2,95 a	3,00 a	100,00 a	100,00 a
	15	5,00 b	67,50 a	2,94 a	1,31 b	98,75 a	43,90 b
	30	5,00 b	82,50 a	2,92 a	0,39 b	98,89 a	13,26 b
	60	6,25 b	85,00 a	2,91 a	0,32 b	98,64 a	10,65 b
	120	7,50 b	91,25 a	2,91 a	0,23 b	98,63 a	7,63 b
imazethapyr	0	0,00	0,00	3,01 a	2,92 b	100,00 a	100,00 a
	100	5,00 b	87,50 a	2,97 a	0,29 b	98,67 a	9,93 b
	200	5,00 b	92,00 a	2,98 a	0,28 b	98,83 a	9,75 b
	400	6,25 b	97,00 a	2,96 a	0,17 b	98,34 a	5,79 b
	800	7,50 b	97,50 a	2,96 a	0,09 b	98,00 a	3,16 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,97 a	2,88 b	100,00 a	100,00 a
	250	85,00 a	85,75 a	0,30 a	0,33 a	10,35 a	11,51 a
	500	92,50 a	93,25 a	0,24 a	0,21 a	7,82 a	7,41 a
	1000	96,25 a	96,25 a	0,15 a	0,16 a	5,29 a	5,77 a
	2000	97,50 a	97,00 a	0,10 a	0,07 a	2,78 a	2,49 a
lactofen	0	0,00	0,00	3,06 a	2,98 a	100,00 a	100,0 a
	120	87,50 a	85,00 a	0,31 a	0,30 a	10,20 a	10,05 a
	240	93,75 a	92,50 a	0,22 a	0,20 a	7,26 a	6,87 a
	480	97,50 a	96,26 a	0,17 a	0,14 a	5,54 a	4,69 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,09 a	0,05 a	2,93 a	1,75 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	2,93 a	2,95 a	100,00 a	100,00 a
	40	90,00 a	89,50 a	0,34 a	0,32 a	11,66 a	10,92 a
	80	92,50 a	92,50 a	0,31 a	0,27 a	10,55 a	9,13 a
	160	94,50 a	93,75 a	0,16 a	0,17 a	5,52 a	5,75 a
	320	96,25 a	97,00 a	0,11 a	0,09 a	3,91 a	3,12 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,01 a	2,49 a	100,00 a	100,00 a
	150	82,50 a	85,75 a	0,34 a	0,28 a	11,81 a	10,44 a
	300	89,00 a	89,50 a	0,29 a	0,24 a	8,22 a	8,71 a
	600	93,75 a	93,75 a	0,19 a	0,15 a	6,47 a	5,67 a
	1200	97,50 a	97,50 a	0,09 a	0,07 a	2,88 a	2,70 a
glyphosate	0	0,00	0,00	2,97 a	2,94 a	100,00 a	100,00 a
	180	61,25 a	61,25 a	1,39 a	1,40 a	46,91 a	47,50 a
	360	87,50 a	82,50 a	0,28 a	0,27 a	9,59 a	9,34 a
	720	99,00 a	97,50 a	0,13 a	0,12 a	4,62 a	4,40 a
	1440	100,00 a	100,00 a	0,09 a	0,09 a	3,28 a	3,22 a
dms 5%		2,62		0,06		1,74	
cv %		3,00		4,26		3,33	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₁ – Tupanciretã (RS) e ES₁ – Cosmópolis-(SP)

Quadro 6. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₂ e ES₂) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1997.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a.	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		ER ₂ *	ES ₂ *	ER ₂ *	ES ₂ *	ER ₂ *	ES ₂ *
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	3,03 a	2,59 b	100,00 a	100,00 a
	15	3,30 b	81,25 a	2,99 a	0,31 b	98,68 a	12,52 b
	30	3,50 b	86,25 a	2,98 a	0,23 b	98,42 a	9,02 b
	60	5,00 b	89,00 a	2,94 a	0,14 b	96,62 a	5,59 b
	120	5,00 b	91,50 a	2,92 a	0,13 b	96,45 a	5,13 b
imazethapyr	0	0,00	0,00	3,05 a	2,48 b	100,00 a	100,00 a
	100	4,00 b	86,50 a	3,02 a	0,26 b	98,94 a	10,76 b
	200	5,00 b	90,25 a	2,99 a	0,26 b	97,76 a	10,59 b
	400	10,00 b	92,50 a	2,98 a	0,23 b	94,78 a	9,46 b
	800	10,00 b	95,25 a	2,97 a	0,11 b	97,38 a	4,64 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,06 a	2,56 b	100,00 a	100,00 a
	250	82,50 a	85,25 a	0,34 a	0,28 a	11,09 a	11,00 a
	500	91,25 a	90,75 a	0,28 a	0,25 a	9,13 a	9,83 a
	1000	95,00 a	96,50 a	0,18 a	0,16 a	6,04 a	6,33 a
	2000	100,00 a	97,75 a	0,11 a	0,07 a	3,75 a	3,02 a
lactofen	0	0,00	0,00	3,08 b	2,64 a	100,00 a	100,00 a
	120	85,00 a	86,50 a	0,30 a	0,29 c	9,96 b	11,14 a
	240	91,25 a	93,75 a	0,28 a	0,24 a	9,30 a	9,06 a
	480	97,50 a	98,25 a	0,10 a	0,07 a	3,31 a	2,74 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,05 a	0,04 a	1,61 a	1,79 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	2,96 b	2,67 a	100,00 a	100,00 a
	40	90,00 a	87,00 b	0,33 a	0,29 a	11,13 a	10,99 a
	80	91,25 a	94,50 b	0,28 a	2,04 a	9,53 a	8,94 a
	160	93,75 a	95,00 a	0,23 a	0,16 b	7,75 a	6,25 a
	320	97,25 a	96,50 a	0,09 a	0,06 a	3,04 a	2,43 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,01 b	2,49 a	100,00 a	100,00 a
	150	83,25 a	85,75 a	0,34 a	0,28 a	11,29 a	11,21 a
	300	87,00 b	92,50 a	0,29 a	0,24 a	9,63 a	9,68 a
	600	96,50 a	97,25 a	0,19 a	0,15 a	6,29 a	6,06 a
	1200	100,00 a	100,00 a	0,09 a	0,07 a	2,98 a	2,52 a
glyphosate	0	0,00	0,00	2,86 a	2,70 b	100,00 a	100,00 a
	180	67,50 a	63,75 b	1,44 a	1,33 b	50,50 a	49,53 a
	360	84,50 a	81,25 b	0,45 a	0,43 a	15,95 a	16,05 a
	720	97,00 a	98,25 a	0,11 a	0,08 a	4,09 a	3,23 a
	1440	99,00 a	100,00 a	0,06 a	0,07 a	2,35 a	2,60 a
dms 5%		2,32		0,06		1,23	
cv%		2,64		4,34		2,38	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxetilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₂ – Tupanciretã (RS) e ES₂ – Cosmópolis (SP)

Quadro 7. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₃ e ES₃) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a.	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		EP ₃ *	ES ₃ *	EP ₃ *	ES ₃ *	ER ₃ *	ES ₃ *
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	3,13 a	3,06 a	100,00 a	100,00 a
	15	0,00 b	76,25 a	3,10 a	0,56 b	98,90 a	18,22 b
	30	2,50 b	84,50 a	3,04 a	0,46 b	97,24 a	15,04 b
	60	5,00 b	94,50 a	3,02 a	0,28 b	96,68 a	9,15 b
	120	7,50 b	98,75 a	3,01 a	0,27 b	96,19 a	8,77 b
imazethapyr	0	0,00	0,00	3,07 a	3,11 a	100,00 a	100,00 a
	100	2,50 b	85,75 a	3,03 a	0,34 b	98,55 a	10,90 b
	200	10,00 b	88,75 a	3,03 a	0,30 b	98,53 a	9,77 b
	400	10,00 b	92,50 a	3,02 a	0,24 b	98,33 a	7,77 b
	800	15,00 b	97,50 a	3,02 a	0,13 b	98,22 a	4,40 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,11 a	2,86 b	100,00 a	100,00 a
	250	83,75 b	87,25 a	0,45 a	0,45 a	14,54 a	14,77 a
	500	86,50 b	92,75 a	0,41 a	0,37 a	13,27 a	13,11 a
	1000	90,25 a	96,50 a	0,33 a	0,35 b	10,76 a	8,92 a
	2000	99,50 a	100,00 a	0,05 a	0,05 a	1,76 a	1,73 a
lactofen	0	0,00	0,00	3,01 a	2,77 a	100,00 a	100,0 a
	120	88,25 a	87,00 a	0,30 a	0,27 a	9,93 a	9,85 a
	240	93,25 a	92,50 a	0,14 a	0,11 a	4,83 a	4,25 a
	480	99,00 a	99,50 a	0,08 a	0,07 a	2,66 a	2,50 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,06 a	0,0 a	2,13 a	2,15 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	3,17 a	2,80 b	100,00 a	100,00 a
	40	88,75 b	90,75 a	0,37 a	0,31 a	11,79 a	11,22 a
	80	92,50 a	93,25 a	0,32 a	0,27 a	9,30 a	9,78 a
	160	99,00 a	96,50 a	0,07 a	0,07 a	2,44 a	2,49 a
	320	100,00 a	99,00 a	0,07 a	0,06 a	2,36 a	2,13 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,98 a	2,99 a	100,00 a	100,00 a
	150	87,75 a	85,75 a	0,38 a	0,44 a	12,69 b	14,67 a
	300	93,75 a	92,50 a	0,11 a	0,10 a	3,67 a	3,59 a
	600	99,50 a	97,00 a	0,07 a	0,06 a	2,40 a	2,07 a
	1200	100,00 a	97,50 a	0,06 a	0,05 a	2,00 a	1,74 a
glyphosate	0	0,00	0,00	3,04 a	3,08 a	100,00 a	100,00 a
	180	65,00 a	61,25 a	1,72 a	1,78 a	56,63 a	57,81 a
	360	83,75 a	86,25 a	0,47 a	0,51 a	15,58 a	16,61 a
	720	95,75 a	98,75 a	0,30 a	0,27 a	8,99 a	9,80 a
	1440	100,00 a	100,00 a	0,06 a	0,07 a	2,44 a	2,42 a
dms 5%		2,97		0,11		1,58	
cv %		3,36		6,99		3,02	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₃ – Caarapó (MS) e ES₃ – Cosmópolis (SP)

Quadro 8. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₄ e ES₄) 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		ER ₄ *	ES ₄ *	ER ₄ *	ES ₄ *	ER ₄ *	ES ₄ *
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	2,84 a	2,79 a	100,00 a	100,00 a
	15	2,25 b	78,25 a	2,81 a	0,54 b	99,20 a	19,46 b
	30	4,00 b	87,75 a	2,81 a	0,38 b	99,03 a	13,87 b
	60	5,00 b	88,75 a	0,80 a	0,28 b	98,59 a	10,29 b
	120	6,25 b	90,25 a	2,79 a	0,21 b	98,33 a	7,63 b
Imazethapyr	0	0,00	0,00	2,94 a	2,95 a	100,00 a	100,00 a
	100	3,00 b	81,25 a	2,91 a	0,33 b	99,14 a	11,33 b
	200	5,00 b	85,75 a	2,90 a	0,29 b	98,80 a	9,88 b
	400	5,75 b	90,75 a	2,89 a	0,25 b	98,20 a	8,61 b
	800	6,25 b	93,25 a	2,87 a	0,11 b	97,52 a	3,89 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,01 a	2,90 a	100,00 a	100,00 a
	250	83,25 a	83,75 a	0,33 a	0,33 a	11,09 a	11,47 a
	500	88,50 b	92,50 a	0,30 a	0,31 a	10,11 a	10,84 a
	1000	96,50 a	94,00 a	0,22 a	0,21 a	7,53 a	7,41 a
	2000	95,75 a	98,50 a	0,14 a	0,13 a	4,79 a	4,41 a
lactofen	0	0,00	0,00	3,03 a	2,98 a	100,00 a	100,0 a
	120	87,50 a	91,25 a	0,33 a	0,36 a	10,84 a	12,24 a
	240	95,75 a	92,75 a	0,29 a	0,30 a	9,51 a	10,22 a
	480	98,25 a	96,50 a	0,14 a	0,14 a	4,59 a	4,78 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,08 a	0,11 a	2,70 a	3,69 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	2,86 a	2,85 a	100,00 a	100,00 a
	40	83,25 b	88,25 a	0,29 a	0,30 a	10,32 a	10,73 a
	80	96,50 a	94,00 b	0,24 a	0,25 a	8,59 a	8,91 a
	160	99,50 a	97,25 b	0,16 a	0,15 a	5,60 a	5,50 a
	320	100,00 a	99,00 a	0,06 a	0,06 a	2,27 a	2,26 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,81 b	2,97 a	100,00 a	100,00 a
	150	88,75 a	87,25 a	0,34 a	0,39 a	12,19 a	13,35 a
	300	93,25 a	92,75 a	0,24 a	0,27 a	8,81 a	9,31 a
	600	99,50 a	98,25 a	0,09 a	0,10 a	3,29 a	3,35 a
	1200	100,00 a	99,00 a	0,03 a	0,04 a	1,32 a	1,42 a
glyphosate	0	0,00	0,00	2,71 a	2,77 a	100,00 a	100,00 a
	180	55,00 a	56,25 a	1,29 a	1,32 a	47,50 a	47,78 a
	360	80,75 a	86,00 a	0,27 a	0,26 a	10,06 a	9,43 a
	720	100,00 a	99,50 a	0,07 a	0,08 a	2,84 a	2,87 a
	1440	100,00 a	100,00 a	0,05 a	0,05 a	1,83 a	1,89 a
dms 5%		2,61		0,06		1,20	
cv %		2,98		4,01		2,30	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₄ – Cascavel (PR) e ES₄ – Cosmópolis (SP)

Quadro 9. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₅ e ES₅) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a.	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		ER ₅ *	ES ₅ *	ER ₅ *	ES ₅ *	ER ₅ *	ES ₅ *
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	3,02 a	2,67 b	100,00 a	100,00 a
	15	2,50 b	73,25 a	2,98 a	0,50 b	96,79 a	18,69 b
	30	5,75 b	84,50 a	2,96 a	0,36 b	98,01 a	13,56 b
	60	7,00 b	90,75 a	2,95 a	0,28 b	97,75 a	10,46 b
	120	7,50 b	94,50 a	2,95 a	0,20 b	97,50 a	7,66 b
imazethapyr	0	0,00	0,00	2,96 a	2,85 b	100,00 a	100,00 a
	100	5,75 b	82,50 a	2,91 a	0,31 b	98,22 a	10,94 b
	200	8,25 b	87,00 a	2,90 a	0,30 b	97,80 a	10,67 b
	400	17,50 b	91,50 a	2,87 a	0,19 b	96,71 a	6,72 b
	800	21,25 b	95,25 a	2,86 a	0,16 b	96,64 a	5,69 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,03 a	3,09 a	100,00 a	100,00 a
	250	84,50 a	86,50 a	0,37 a	0,33 a	10,80 a	10,83 a
	500	89,50 a	91,50 a	0,29 a	0,29 a	9,42 a	9,37 a
	1000	93,70 a	96,50 a	0,22 a	0,24 a	7,30 a	7,99 a
	2000	97,50 a	98,25 a	0,10 a	0,11 a	3,32 a	3,62 a
lactofen	0	0,00	0,00	2,95 a	2,71 b	100,00 a	100,00 a
	120	89,00 a	87,00 b	0,27 a	0,23 a	9,15 a	8,57 a
	240	94,50 a	95,75 a	0,18 a	0,17 a	6,26 a	6,55 a
	480	98,50 a	99,00 a	0,08 a	0,06 a	2,71 a	2,29 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,06 a	0,05 a	2,28 a	2,12 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	2,99 a	2,65 b	100,00 a	100,00 a
	40	88,75 a	88,25 a	0,32 a	0,31 a	10,76 a	11,87 a
	80	91,25 a	92,50 a	0,27 a	0,24 a	9,26 a	9,03 a
	160	96,50 a	95,75 a	0,17 a	0,13 b	5,92 a	4,96 b
	320	97,25 a	95,75 a	0,12 a	0,11 a	4,00 a	4,32 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,84 a	2,70 b	100,00 a	100,00 a
	150	82,50 a	82,50 a	0,31 a	0,28 a	11,04 a	10,62 a
	300	91,25 a	92,50 a	0,23 a	0,21 a	8,23 a	7,94 a
	600	98,50 a	98,50 a	0,10 a	0,08 a	3,76 a	3,05 a
	1200	99,00 a	100,00 a	0,08 a	0,07 a	2,80 a	2,86 a
glyphosate	0	0,00	0,00	3,03 a	3,00 a	100,00 a	100,00 a
	180	56,25 a	55,00 a	1,33 b	1,40 a	43,90 b	46,89 a
	360	85,00 a	88,25 a	0,29 a	0,32 a	9,70 b	10,94 a
	720	99,00 a	97,50 a	0,08 a	0,11 a	2,71 b	3,82 a
	1440	100,00 a	100,00 a	0,07 a	0,07 a	2,54 a	2,57 a
dms 5%		2,74		0,05		0,99	
cv %		3,11		3,38		1,93	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxetilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₅ – Cascavel (PR) e ES₅ – Cosmópolis (SP)

Quadro 10. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₆ e ES₆) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		ER ₆ *	ES ₆ *	ER ₆ *	ES ₆ *	ER ₆ *	ES ₆ *
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	3,26 a	2,73 b	100,00 a	100,00 a
	15	30,00 b	81,25 a	2,42 a	0,38 b	74,48 a	14,15 b
	30	34,50 b	87,25 a	2,36 a	0,33 b	72,56 a	12,22 b
	60	35,00 b	94,50 a	2,28 a	0,27 b	70,39 a	10,03 b
	120	36,50 b	95,75 a	2,28 a	0,11 b	70,18 a	4,11 b
Imazethapyr	0	0,00	0,00	3,30 a	2,76 b	100,00 a	100,00 a
	100	31,25 b	85,75 a	2,02 a	0,35 b	61,28 a	12,84 b
	200	42,00 b	88,75 a	1,78 a	0,35 b	54,09 a	12,76 b
	400	45,00 b	92,50 a	1,76 a	0,28 b	53,55 a	10,31 b
	800	48,75 b	97,50 a	1,71 a	0,08 b	51,97 a	2,98 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,85 a	2,65 b	100,00 a	100,00 a
	250	86,50 a	87,25 a	0,61 a	0,51 b	21,53 a	19,29 b
	500	91,25 a	92,75 a	0,47 a	0,36 b	16,70 a	13,81 b
	1000	95,75 a	96,50 a	0,38 a	0,22 b	13,46 a	8,39 b
	2000	97,00 a	99,50 a	0,09 a	0,08 a	3,38 a	2,79 a
lactofen	0	0,00	0,00	3,02 a	2,76 b	100,00 a	100,0 a
	120	87,00 a	87,00 a	0,42 a	0,35 b	14,06 a	12,73 b
	240	94,00 a	92,50 a	0,37 a	0,29 b	12,42 a	10,65 b
	480	99,00 a	99,50 a	0,06 a	0,06 a	2,42 a	2,23 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,06 a	0,06 a	2,25 a	2,06 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	3,24 a	2,81 b	100,00 a	100,00 a
	40	87,75 a	90,75 a	0,45 a	0,30 b	14,04 a	10,83 b
	80	92,50 a	93,25 a	0,40 a	0,28 b	12,41 a	10,21 b
	160	93,75 a	95,60 a	0,38 a	0,23 b	11,69 a	9,49 b
	320	97,25 a	99,00 a	0,15 a	0,12 a	4,85 a	4,35 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	3,19 a	2,93 b	100,00 a	100,00 a
	150	82,00 a	85,75 a	0,50 a	0,50 a	15,75 a	14,37 b
	300	89,50 a	92,50 a	0,42 a	0,38 a	13,57 a	13,24 a
	600	97,00 a	97,00 a	0,07 a	0,06 a	2,37 a	2,36 a
	1200	99,00 a	97,50 a	0,05 a	0,04 a	1,71 a	1,40 a
glyphosate	0	0,00	0,00	3,02 a	2,69 b	100,00 a	100,00 a
	180	62,50 a	61,25 a	1,09 a	0,93 b	36,00 a	34,64 a
	360	87,75 a	88,25 a	0,47 a	0,39 b	15,51 a	14,54 a
	720	97,75 a	98,75 a	0,06 a	0,06 a	2,13 a	2,03 a
	1440	99,50 a	100,00 a	0,04 a	0,03 a	1,31 a	1,22 a
dms 5%		2,90		0,05		1,16	
cv %		3,10		3,63		2,45	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₆ – Nova Aurora (PR) e ES₆ – Cosmópolis (SP)

Quadro 11. Controle e produção de fitomassa verde de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₇ e ES₇) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a.	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		ER ₇ *	ES ₇ *	ER ₇ *	ES ₇ *	ER ₇ *	ES ₇ *
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00	0,00	2,92 a	2,54 b	100,00 a	100,00 a
	15	4,00 b	79,50 a	2,19 a	0,31 b	99,69 a	12,31 b
	30	5,00 b	83,75 a	2,90 a	0,21 b	99,38 a	8,57 b
	60	5,00 b	92,50 a	2,90 a	0,13 b	99,31 a	5,12 b
	120	5,75 b	93,75 a	2,88 a	0,13 b	98,55 a	5,18 b
imazethapyr	0	0,00	0,00	2,83 a	2,58 b	100,00 a	100,00 a
	100	5,00 b	85,00 a	2,81 a	0,28 b	99,27 a	10,82 b
	200	5,75 b	87,50 a	2,81 a	0,27 b	99,95 a	10,44 b
	400	7,50 b	90,00 a	2,80 a	0,17 b	99,19 a	6,86 b
	800	11,25 b	94,50 a	2,79 a	0,09 b	99,20 a	3,56 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,95 a	2,46 b	100,00 a	100,00 a
	250	83,75 a	83,75 a	0,39 a	0,27 b	13,37 a	10,94 b
	500	88,75 a	91,25 a	0,30 a	0,21 b	10,24 a	8,73 a
	1000	93,75 a	95,00 a	0,27 a	0,14 b	9,30 a	5,78 b
	2000	97,75 a	97,50 a	0,20 a	0,07 b	6,87 a	3,14 b
lactofen	0	0,00	0,00	2,88 a	2,52 b	100,00 a	100,00 a
	120	88,25 a	82,50 b	0,29 a	0,28 b	10,09 a	11,14 a
	240	94,50 a	90,00 b	0,21 a	0,20 a	7,46 a	8,08 a
	480	97,00 a	96,25 a	0,13 a	0,12 a	4,26 a	5,17 a
	960	99,50 a	100,00 a	0,07 a	0,05 a	1,91 a	2,78 a
flumiclorac-pentil ⁽⁶⁾	0	0,00	0,00	2,88 a	2,49 b	100,00 a	100,00 a
	40	88,75 a	87,75 a	0,25 a	0,29 a	7,96 b	11,92 a
	80	93,75 a	93,75 a	0,21 a	0,21 a	7,46 a	8,41 a
	160	94,50 a	95,00 a	0,21 a	0,18 a	7,53 a	7,30 a
	320	95,50 a	95,75 a	0,19 a	0,08 b	6,76 a	3,40 b
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00	0,00	2,84 a	2,60 b	100,00 a	100,00 a
	150	81,25 a	82,50 a	0,30 a	0,30 a	9,82 b	11,62 a
	300	91,25 a	91,25 a	0,30 a	0,23 b	10,72 a	8,81 b
	600	97,50 a	97,25 a	0,20 a	0,14 b	7,11 a	5,35 b
	1200	98,75 a	97,75 a	0,17 a	0,09 b	6,24 a	3,55 b
glyphosate	0	0,00	0,00	2,80 a	2,51 b	100,00 a	100,00 a
	180	56,25 a	56,25 a	0,59 a	0,51 b	21,29 a	20,34 a
	360	86,25 a	87,50 a	0,40 a	0,45 a	14,34 a	17,97 a
	720	99,00 a	99,00 a	0,12 a	0,11 a	4,27 a	4,51 a
	1440	100,00 a	99,50 a	0,10 a	0,08 a	3,74 a	3,47 a
dms 5%		2,79		0,09		2,95	
cv %		3,20		6,38		5,72	

g.i.a – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela

⁽³⁾ porcentagem de produção de fitomassa verde em relação à testemunha

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de nonil fenol oxetilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,2% (v/v) à calda

ER₇ – Assis (SP) e ES₇ – Cosmópolis (SP)

À partir de modelos matemáticos ajustados em computador, foram obtidas curvas de dose-resposta para esses dois herbicidas, relativas à porcentagem de controle, produção de fitomassa verde e sua porcentagem em relação à testemunha. Em todas situações, o segmento da curva correspondente ao biótipo suscetível encontra-se posicionado na parte superior do gráfico, enquanto que o referente ao biótipo em questão está situado abaixo, indicando menor porcentagem de controle e produção de fitomassa verde, mesmo quando os herbicidas foram utilizados em doses localizadas acima das recomendadas e contidas nas instruções de uso devidamente aprovadas em função da legislação vigente que disciplina os produtos agrotóxicos e afins (Figuras 1 a 7).

Através da substituição da variável pelo valor 50% nas equações de ajuste encontradas para todos biótipos de *E. heterophylla* estudados e referentes aos três parâmetros considerados (Quadro A₁ – Apêndice), chegou-se a estimativa da LD₅₀ para controle e GR₅₀ para fitomassa verde e sua produção em relação à testemunha, tanto para tratamentos envolvendo chlorimuron-ethyl como para aqueles referentes ao imazethapyr. À partir desses resultados, foi então calculado o fator de resistência (FR), cujo valor expressa o número de vezes em que a dose necessária para proporcionar 50% de controle ou de redução na fitomassa verde do biótipo suscetível deve ser superior para que possa ocorrer o mesmo efeito sobre o resistente (Quadro 12).

Muito embora tenham apresentado variações relacionadas com o biótipo objeto de estudo, os valores encontrados para LD₅₀ e GR₅₀ localizaram-se acima de 120 g.ha⁻¹ nos tratamentos com chlorimuron-ethyl e acima de 800 g.ha⁻¹ naqueles com imazethapyr, cujas doses correspondem no mínimo à oito vezes a recomendada e normalmente aplicada em condições de campo; sendo que esses índices foram obtidos para as três variáveis analisadas e relativas à porcentagem de controle, produção de fitomassa verde e sua porcentagem em relação à testemunha. Por outro lado, nas condições em que os experimentos foram conduzidos pode ser observado que nos biótipos suscetíveis, os valores

da LD₅₀ e GR₅₀ para esses mesmos parâmetros situaram-se entre 5-35 g.ha⁻¹ para chlorimuron-ethyl e 27-39 g.ha⁻¹ para imazethapyr, demonstrando nessas condições os ótimos resultados proporcionados por esses herbicidas, que por sua vez encontram-se devidamente registrados, com instruções de uso aprovadas e tecnicamente recomendados para o controle dessa planta daninha quando aplicados em pós-emergência na cultura da soja. Desse modo, o fator de resistência calculado à partir desses dados para esses dois herbicidas revelaram a existência de diferentes valores para os diversos biótipos estudados. Para chlorimuron-ethyl ficaram localizados acima de 13 para controle e de 9 para produção de fitomassa verde, cujas variações no entanto situaram-se entre as faixas de 13-23; 9-23 e 9-28 respectivamente para controle, produção de fitomassa verde e sua porcentagem em relação a testemunha. Para imazethapyr, localizaram-se acima de 21 para controle e produção de fitomassa verde e de 20 para sua porcentagem de produção em relação à testemunha, com variações situadas respectivamente entre 21-29; 23-25 e 20-25 (Quadro 12). Desse modo, essas condições encontradas nos diferentes biótipos estudados evidenciam a ocorrência de resistência cruzada aos herbicidas inibidores da ALS representados nessa pesquisa, através do chlorimuron-ethyl, do grupo químico das sulfoniluréias e imazethapyr pertencente ao grupo químico das imidazolinonas.

Em relação aos resultados, Gazziero et al. (1998) trabalhando com *E. heterophylla* resistente aos inibidores da ALS também obtiveram diferentes respostas quanto à porcentagem de controle quando a população foi submetida à diferentes tratamentos com os herbicidas imazethapyr e imazaquin além do cloransulam-methyl do grupo triazolopirimidina sulfonanilida. Para essa mesma espécie, Vargas et al. (1998^e; 1999^a) verificaram novamente essa situação, uma vez que o biótipo resistente estudado se caracterizou por apresentar diferentes respostas aos herbicidas imazaquin e imazethapyr quanto aos aspectos envolvidos com toxicidade e produção de fitomassa.

Figura 1. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₁ e ES₁). Cosmópolis, SP, 1997.

Figura 2. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₂ e ES₂). Cosmópolis, SP, 1997.

Figura 3. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₃ e ES₃). Cosmópolis, SP, 1998.

Figura 4. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₄ e ES₄). Cosmópolis, SP, 1998.

Figura 5. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₅ e ES₅). Cosmópolis, SP, 1998.

Figura 6. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₆ e ES₆). Cosmópolis, SP, 1998.

Figura 7. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL-biótipos ER₇ e ES₇). Cosmópolis, SP, 1998.

Quadro 12. Valores encontrados para controle (DL_{50}), fitomassa verde (GR_{50}) e fator de resistência (FR) nos tratamentos com os herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para os diversos biótipos de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL). Cosmópolis, SP, 1997/98.

Controle (%)					Fitomassa verde (g)					Fitomassa verde (%)				
Biótipo	DL_{50}	Biótipo	DL_{50}	FR	Biótipo	GR_{50}	Biótipo	GR_{50}	FR	Biótipo	GR_{50}	Biótipo	GR_{50}	FR
chlorimuron-ethyl														
ER 1	>120	ES 1	8,81	>13,62	ER 1	>120	ES 1	12,27	>9,78	ER 1	>120	ES 1	12,10	>9,92
ER 2	>120	ES 2	5,22	>22,99	ER 2	>120	ES 2	5,36	>22,39	ER 2	>120	ES 2	5,40	>22,20
ER 3	>120	ES 3	7,27	>16,51	ER 3	>120	ES 3	7,07	>16,97	ER 3	>120	ES 3	7,08	>16,95
ER 4	>120	ES 4	5,94	>20,20	ER 4	>120	ES 4	7,30	>16,43	ER 4	>120	ES 4	4,33	>27,71
ER 5	>120	ES 5	7,66	>15,67	ER 5	>120	ES 5	7,05	>17,02	ER 5	>120	ES 5	34,37	>17,02
ER 6	>120	ES 6	5,94	>20,20	ER 6	>120	ES 6	6,00	>20,00	ER 6	>120	ES 6	5,97	>20,10
ER 7	>120	ES 7	6,19	>19,39	ER 7	>120	ES 7	5,31	>22,60	ER 7	>120	ES 7	5,33	>22,51
imazethapyr														
ER 1	>800	ES 1	31,19	>26,65	ER 1	>800	ES 1	32,70	>24,47	ER 1	>800	ES 1	32,58	>24,56
ER 2	>800	ES 2	27,97	>28,60	ER 2	>800	ES 2	34,31	>23,32	ER 2	>800	ES 2	34,18	>23,41
ER 3	>800	ES 3	31,65	>25,28	ER 3	>800	ES 3	34,09	>23,47	ER 3	>800	ES 3	34,04	>23,50
ER 4	>800	ES 4	36,65	>21,83	ER 4	>800	ES 4	35,03	>22,84	ER 4	>800	ES 4	34,66	>23,08
ER 5	>800	ES 5	35,82	>22,33	ER 5	>800	ES 5	34,33	>23,30	ER 5	>800	ES 5	23,28	>23,28
ER 6	>800	ES 6	31,68	>22,25	ER 6	>800	ES 6	38,35	>20,86	ER 6	>800	ES 6	38,13	>20,98
ER 7	>800	ES 7	30,00	>26,67	ER 7	>800	ES 7	34,23	>23,37	ER 7	>800	ES 7	34,24	>23,36

ER₁ – ER₂ – Tupanciretã (RS)

ER₃ – Caarapó (MS)

ER₄ – ER₅ – Cascavel (PR)

ER₆ – Nova Aurora (PR)

ER₇ – Assis (SP)

ES₁₋₇ – Cosmópolis (RS)

A resistência observada nos diferentes biótipos encontra-se de acordo com o conceito proposto por autores como Gressel & Segel (1978); Holt & Le Baron (1990) e Warwick (1991), uma vez que foi manifestada até acima das doses tecnicamente recomendadas e normalmente utilizadas em condições de campo para o controle dessa espécie na cultura da soja. Considerando ainda, que os resultados encontrados envolveram herbicidas dos grupos das sulfoniluréias e imidazolinonas, pode-se afirmar que o tipo de resistência, denominada cruzada, encontra-se de acordo com o conceito proposto por Powles & Howat (1990); Cortez & Christoffoleti (1999) e Vargas et al. (1999^{a,b}).

A análise do histórico das áreas onde as sementes dessas plantas foram coletadas, também admite a hipótese da manifestação de biótipos resistentes ter sido induzida pelo uso contínuo e prolongado de herbicidas portadores de mesmo mecanismo de ação, como afirmam Sawicki (1987); Betts et al. (1990); Holt & Le Baron (1990); Warwick (1991); Christoffoleti et al. (1994); Maxwell & Mortimer (1994) e Thill (1995). Seu aparecimento pode estar relacionado com a presença de genótipos que sobreviviam na comunidade original em níveis bastante baixos, como considerado por diversos autores como Lee et al. (1988); Mallory-Smith et al. (1990); Guttieri et al. (1992); Suzuki et al. (1992); Vidal & Fleck (1997); Mattiello et al. (1999) e Vargas et al. (1999^a).

Por outro lado, verifica-se ainda que os herbicidas de aplicação em pós-emergência total tradicionalmente utilizados na cultura da soja tais como fomesafen, lactofen e flumiclorac-pentil proporcionaram níveis de controle praticamente semelhantes e localizados entre 83-100% nos biótipos suscetíveis e 82-100% nos resistentes aos inibidores da ALS, com reduções na produção de fitomassa verde da ordem de 1-20% e 1-22% respectivamente. De maneira análoga, nos tratamentos com herbicidas de ação total para os quais encontram-se disponíveis cultivares geneticamente modificados com vistas a resistência, os índices encontrados também apresentaram-se semelhantes nos diferentes biótipos. Para glufosinato de amônio, os valores situaram-se entre

82-100% na população suscetível e entre 81-100% nas demais, com reduções na produção de fitomassa verde da ordem de 2-12% e 3-15% respectivamente; enquanto que em relação ao glyphosate, as variações no controle situaram-se entre 55-100% e 56-100% para as populações suscetível aos inibidores da ALS e resistente, com reduções na fitomassa verde localizadas respectivamente entre 2-58% e 2-57%; se bem que na sua segunda maior dose aplicada os índices de controle situaram-se em todos biótipos, acima de 80% com reduções entre 1-7% na produção de fitomassa verde (Quadros 5 a 11).

Desse modo, herbicidas como fomesafen, lactofen e flumiclorac-pentil, além do glufosinato de amônio e glyphosate, podem se constituir importantes opções para controle de populações dessa espécie ainda que constituída por biótipos resistentes aos inibidores da ALS como chlorimuron-ethyl e imazethapyr. Esses, mesmo quando aplicados nas menores doses necessárias para proporcionar níveis de controle dentro de padrões mínimos tecnicamente aceitáveis, ou seja, 250 g.ha⁻¹ para fomesafen, 120 g.ha⁻¹ para lactofen, 40 g.ha⁻¹ para flumiclorac-pentil, 150 g.ha⁻¹ para glufosinato de amônio e 360 g.ha⁻¹ para glyphosate, ainda que com pequenas variações em função do biótipo, praticamente apresentaram resultados semelhantes (Quadro 13). Nessa situação cabe ser ressaltado que embora os índices de controle observados nos diversos biótipos tenham permanecidos mais elevados que as próprias reduções provocadas no acúmulo da fitomassa verde, uma vez que foram considerados restos vegetais das plantas mortas; esses parâmetros conseguiram praticamente manter mesma tendência (Figura 8). Assim, tratamentos com esses herbicidas constituem importantes alternativas não só para minimizar os efeitos da seleção indesejável mas também como importantes opções para o manejo dessas populações de plantas daninhas, conforme preconizado por Roush et al. (1990); Vidal (1997); Mortimer (1998); Silva (1999); VanSanten & Cerqueira (1999) e Vargas et al. (1999^b).

Quadro 13. Alternativas para controle de biótipos de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL)⁽¹⁾ resistentes aos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr. Cosmópolis, SP, 1997/98.

Tratamento	Dose/ha g.i.a.	Controle (%) – 20 DAA						
		ER ₁	ER ₂	ER ₃	ER ₄	ER ₅	ER ₆	ER ₇
fomesafen ⁽²⁾	250	85,0 ab	82,5 b	83,7 a	83,2 b	84,5 ab	86,5 a	83,7 ab
lactofen	120	87,5 ab	85,0 b	88,2 a	87,5 a	89,0 a	87,0 a	88,2 ab
flumiclorac ⁽³⁾	40	90,0 a	90,0 a	88,7 a	83,2 b	88,7 a	87,7 a	88,7 a
glufosinato ⁽²⁾	150	82,5 b	83,2 b	87,7 a	88,7 ab	82,5 b	82,0 a	81,2 b
glyphosate	360	87,5 ab	84,5 b	83,7 a	80,7 b	85,0 ab	87,7 a	86,2 ab
dms 5%		4,52	2,95	4,59	5,43	3,92	4,91	4,79
cv%		2,93	1,95	2,99	3,57	2,56	3,19	3,16

Tratamento	Dose/ha g.i.a.	Fitomassa verde (%) – 20 DAA						
		ER ₁	ER ₂	ER ₃	ER ₄	ER ₅	ER ₆	ER ₇
fomesafen ⁽²⁾	250	10,35 a	11,09 bc	14,54 ab	11,09 a	10,80 ab	21,53 a	13,37 a
lactofen	120	10,20 a	9,96 c	9,93 d	10,84 a	9,15 b	14,06 b	10,09 b
flumiclorac ⁽³⁾	40	11,66 a	11,13 bc	11,79 cd	10,32 a	10,76 ab	14,04 b	7,96 c
glufosinato ⁽²⁾	150	11,81 a	11,29 b	12,70 bc	12,19 a	11,04 a	15,75 b	9,82 b
glyphosate	360	9,59 a	15,95 a	15,58 a	10,06 a	9,70 ab	15,51 b	14,34 a
dms 5%		2,83	1,19	2,19	2,71	1,70	1,78	1,56
cv%		6,59	2,64	4,64	6,25	4,04	3,35	3,61

g.i.a. – grama do ingrediente ativo

DAA – dias após a aplicação

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

⁽¹⁾ 2-4 folhas

⁽²⁾ com adição de espalhante nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda de pulverização

⁽³⁾ Com adição de óleo mineral emulsionável a 0,2% (v/v) à calda de pulverização

ER₁ – ER₂ – Tupanciretã (RS)

ER₃ – Caarapó (MS)

ER₄ – ER₅ – Cascavel (PR)

ER₆ – Nova Aurora (PR)

ER₇ – Assis (SP)

ES₁₋₇ – Cosmópolis (SP)

Os resultados encontrados também são compatíveis com aqueles anteriormente observados por diversos autores em relação às possíveis opções destinadas ao controle de biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da ALS à base de chlorimuron-ethyl e imazethaphyr, respectivamente pertencentes aos grupos da sulfoniluréias e imidazolinonas. Assim, Vidal et al. (1997) verificaram o eficaz controle proporcionado por tratamentos com fomesafen, lactofen e glyphosate, demonstrando o bom desempenho dos herbicidas inibidores de Protox e EPSPs aplicados em pós-emergência nas doses tecnicamente recomendadas. Mais recentemente, Gazziero et al. (1998) também identificaram os inibidores de Protox, lactofen e sulfentrazone, quando utilizados nas suas doses indicadas para o controle dessa planta daninha, como alternativas altamente viáveis para o manejo dessas populações. Nessa mesma linha, Vargas et al. (1998^{a,d,e,f}; 1999^{a,b}) observaram o excelente controle desses biótipos resistentes quando submetidos aos herbicidas fomesafen, lactofen, glyphosate e glufosinato de amônio aplicados nas doses tecnicamente recomendadas e usadas em condições de campo; o mesmo sendo observado por Vidal & Merotto Jr. (1999) em relação ao fomesafen, lactofen e glyphosate; ao passo que Buzatti (1999) e Silva et al. (1999) recomendam nessa situação, o uso de alternativas como fomesafen e lactofen aplicados em pós-emergência total nas doses normalmente indicadas para o controle espécie na cultura da soja.

Figura 8. Controle e redução na fitomassa verde de biótipos de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL) resistentes ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr através de herbicidas alternativos. Cosmópolis, SP, 1997/98.

4.2. Avaliação de *Bidens subalternans* L. (BIDSU)

Os valores encontrados e relativos a porcentagem de controle mostram que apenas os tratamentos com os herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr não foram eficazes para o controle do biótipo objeto da pesquisa, uma vez que mesmo aplicados em doses até oito vezes maiores que as tecnicamente recomendadas para o controle de plantas do gênero *Bidens* e normalmente utilizadas em condições campo, os índices observados situaram-se muito abaixo do mínimo aceitável e dos verificados quando a população suscetível foi submetida à idênticos tratamentos. Desse modo, para o herbicida chlorimuron-ethyl, localizaram-se entre 2-32% para o biótipo em estudo e 92-100% para o suscetível enquanto que para imazethapyr, os índices situaram-se entre 5-48% e 90-100% respectivamente para os dois biótipos. No que se refere à produção de fitomassa verde, essa mesma situação foi observada, uma vez que os valores obtidos no biótipo em estudo variaram entre 92-99% e 77-97% respectivamente nos tratamentos com chlorimuron-ethyl e imazethapyr e entre 0-30% no suscetível, se bem que nesse caso, as plântulas tenham sido praticamente eliminadas (Quadro 14).

À partir de modelos matemáticos, foram efetuados em computador, ajustes das equações referentes aos dados obtidos nos três parâmetros considerados e escolhendo-se aquelas que melhor representavam o coeficiente de correlação (Quadro A₂- Apêndice), obtendo-se então, curvas de dose-resposta para os dois herbicidas e referentes à porcentagem de controle, produção de fitomassa-verde e sua porcentagem em relação à testemunha. Nessas, o segmento da curva correspondente ao suscetível encontra-se posicionado na parte superior do gráfico, enquanto que o da curva referente ao biótipo em questão está situado abaixo, indicando menor porcentagem de controle e produção de fitomassa verde (Figura 9).

Quadro 14. Controle e produção de fitomassa verde de *Bidens subalternans* L. (BIDSU-biótipos BR e BS) aos 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.i.a.	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		BR	BS	BR	BS	BR	BS
chlorimuron-ethyl ⁽⁴⁾	0	0,00 a	0,00 a	1,93 a	1,99 a	100,00 a	100,00 a
	15	2,50 b	92,50 a	1,88 a	0,59 b	98,22 a	29,80 b
	30	2,50 b	97,00 a	1,89 a	0,50 b	97,41 a	25,08 b
	60	18,75 b	100,00 a	1,81 a	0,43 b	93,63 a	21,78 b
	120	31,25 b	100,00 a	1,78 a	0,41 b	92,49 a	20,64 b
imazethapyr	0	0,00 a	0,00 a	1,29 a	1,26 a	100,00 a	100,00 a
	100	5,00 b	92,50 a	1,25 a	0,37 b	96,68 a	29,76 b
	200	8,75 b	97,75 a	1,20 a	0,30 b	93,02 a	23,94 b
	400	31,25 b	99,50 a	1,01 a	0,28 b	78,21 a	22,40 b
	800	47,50 b	100,00 a	1,00 a	0,26 b	77,34 a	20,78 b
fomesafen ⁽⁵⁾	0	0,00 a	0,00 a	1,24 a	1,11 a	100,00 a	100,00 a
	250	90,75 a	89,50 a	0,49 a	0,44 a	39,51 a	39,63 a
	500	99,00 a	99,50 a	0,35 a	0,33 a	28,47 a	24,49 a
	1000	100,00 a	100,00 a	0,31 a	0,29 a	25,53 a	26,12 a
	2000	100,00 a	100,00 a	0,27 a	0,24 a	22,49 a	22,28 a
lactofen	0	0,00 a	0,00 a	1,37 a	1,36 a	100,00 a	100,00 a
	120	96,50 a	97,00 a	0,35 b	0,36 a	25,89 a	25,75 a
	240	100,00 a	100,00 a	0,35 a	0,31 a	25,92 a	23,28 a
	480	100,00 a	100,00 a	0,30 a	0,27 a	21,97 a	20,25 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,25 a	0,26 a	18,70 a	18,98 a
bentazon ⁽⁵⁾	0	0,00 a	0,00 a	1,27 a	1,28 a	100,00 a	100,00 a
	720	83,75 a	85,75 a	0,45 a	0,46 a	35,92 a	36,30 a
	1440	96,50 a	97,25 a	0,33 a	0,37 a	26,18 a	26,90 a
	2880	100,00 a	100,00 a	0,27 a	0,28 a	21,45 a	21,80 a
	5760	100,00 a	100,00 a	0,24 a	0,23 a	19,06 a	17,98 a
glufosinato de amônio ⁽⁵⁾	0	0,00 a	0,00 a	1,61 a	1,67 a	100,00 a	100,00 a
	150	93,75 a	93,75 a	0,49 a	0,49 a	30,55 a	29,83 a
	300	99,50 a	97,50 a	0,37 a	0,36 a	23,45 a	21,76 a
	600	100,00 a	100,00 a	0,35 a	0,33 a	21,75 a	19,74 a
	1200	100,00 a	100,00 a	0,31 a	0,30 a	19,16 a	17,92 a
glyphosate	0	0,00 a	0,00 a	1,80 a	1,87 a	100,00 a	100,00 a
	180	97,75 a	97,75 a	0,46 a	0,44 a	25,71 a	23,85 a
	360	100,00 a	100,00 a	0,36 a	0,38 a	28,05 a	20,23 a
	720	100,00 a	100,00 a	0,22 a	0,19 a	12,28 a	10,08 a
	1440	100,00 a	100,00 a	0,16 a	0,18 a	8,83 a	10,23 a
dms 5%		2,20		0,10		3,41	
cv %		2,29		10,18		5,29	

g.i.a. – grama do ingrediente ativo

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey

⁽¹⁾ % - nenhum controle e 100% - morte da planta.

⁽²⁾ produção de fitomassa verde em grama por parcela.

⁽³⁾ produção de fitomassa verde em porcentagem em relação à testemunha.

⁽⁴⁾ com adição de óleo mineral (Attach) a 0,05% (v/v) à calda

⁽⁵⁾ com adição de espalhante nonil fenol oxetilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda

⁽⁶⁾ com adição de óleo mineral (Attach) a 0,5% (v/v) à calda

BR-BS – São Gabriel D'Oeste (MS)

Figura 9. Curvas de dose-resposta dos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr para *Bidens subalternans* L. (biótipos BR e BS). Cosmópolis, SP, 1998.

Através da substituição da variável pelo valor 50% nas equações de ajustes encontradas para os dois biótipos estudados e referentes aos três parâmetros considerados chegou-se à estimativa da LD₅₀ para controle e GR₅₀ para fitomassa verde e sua produção em relação à testemunha, tanto para os tratamentos como chlorimuron-ethyl como para aqueles com imazethapyr. À partir desses valores, foi então calculado o fator de resistência (FR), cujo valor expressa o número de vezes em que a dose necessária para proporcionar 50% do controle ou redução na fitomassa verde do biótipo suscetível deve ser superior para que possa ocorrer o mesmo efeito sobre o resistente (Quadro 15). Assim, tanto para controle como produção de fitomassa verde e sua porcentagem em relação à testemunha, os valores da LD₅₀ e GR₅₀ localizaram-se acima de 120 g.ha⁻¹ para chlorimuron-ethyl, enquanto que no suscetível permaneceram entre 8-12 g.ha⁻¹, o que resultou para os três parâmetros analisados, em fatores de resistência (FR) situados respectivamente acima de 22; 87 e 86. Para imazethapyr, os valores localizaram-se acima de 800 g.ha⁻¹, e do mesmo modo que chlorimuron-ethyl, maiores que oito vezes a menor dose em que é tecnicamente recomendado e indicado em condições de campo; enquanto que no suscetível situaram-se entre 26-79 g.ha⁻¹; o que resultou em fatores de resistência (FR) maiores que 26, 23 e 27, respectivamente para os três parâmetros considerados.

Quadro 15. Valores referentes ao controle (DL₅₀), fitomassa verde (GR₅₀) e fator de resistência (FR) nos tratamentos com chlorimuron-ethyl e imazetaphyr para os biótipos de *Bidens subalternans* L. (BIDSU). Cosmópolis, SP, 1998.

Controle (%)			Fitomassa verde (g)			Fitomassa verde (%)		
Biótipo	LD ₅₀	FR	Biótipo	GR ₅₀	FR	Biótipo	GR ₅₀	FR
chlorimuron-ethyl								
BR	> 120		BR	> 120		BR	> 120	
BS	8,76	> 22,00	BS	11,98	> 87,41	BS	11,92	> 86,48
imazethapyr								
BR	> 800		BR	> 800		BR	> 800	
BS	26,33	> 26,00	BS	78,51	> 23,53	BS	68,83	> 27,05

Uma vez que foi significativamente manifestada até acima das doses tecnicamente recomendadas e normalmente aplicadas em condições de campo, conforme proposto por Gressel & Segel (1978); Holt & LeBaron (1990) e Warwick (1991) e envolvendo herbicidas pertencentes aos grupos das sulfoniluréias e imidazolinonas; pode-se afirmar que se trata de resistência cruzada, de acordo com o considerado por Powles & Howat (1990); Cortez & Christoffoleti (1999) e Vargas et al. (1999^{a,b}). O histórico das áreas onde as sementes foram coletadas também admite a hipótese de manifestação induzida pelo uso contínuo e prolongado de herbicidas com mesmo mecanismo de ação, conforme preconizado por Sawicki (1987); Betts et al. (1990); Holt & LeBaron (1990); Warwick (1991); Christoffoleti et al. (1994); Maxwell & Mortimer (1994) e Thill (1995). Seu aparecimento pode estar relacionado com a presença de genótipos que sobreviviam na comunidade original, porém em níveis bastante baixos, conforme proposto por Lee et al. (1988); Mallory-Smith et al. (1990); Guttieri et al. (1992); Suzuki et al (1992); Vidal & Fleck (1997); Mattiello et al. (1999) e Vargas et al. (1999^a).

No que se refere aos demais tratamentos, observa-se que tanto aqueles tradicionalmente utilizados em pós-emergência na cultura da soja como bentazon, fomesafen e lactofen, além do glufosinato de amônio e glyphosate, herbicidas de ação total para os quais encontram-se disponíveis cultivares geneticamente modificados com vistas à resistência; à semelhança da população suscetível, também proporcionaram eficiente controle do biótipo objeto de avaliação. Esses agroquímicos, mesmo quando aplicados nas menores doses, ou seja, 720 g.ha⁻¹ para bentazon, 250 g.ha⁻¹ para fomesafen e 120 g.ha⁻¹ para lactofen, além de glufosinato de amônio a 150 g.ha⁻¹ e glyphosate a 180 g.ha⁻¹, constituem-se importantes alternativas para controlar populações dessa espécie quando formadas por biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da ALS como chlorimuron-ethyl e imazethapyr (Quadro 16). Ainda cabe ser ressaltado que embora os níveis de controle observados tenham permanecido mais elevados que as reduções provocadas na produção

de fitomassa verde, uma vez que foram considerados restos vegetais das plantas mortas, esses, de certo modo, conseguiram praticamente manter mesma tendência (Figura 10).

Quadro 16. Alternativas para controle de biótipo de *Bidens subalternans* L. (BIDSU)⁽¹⁾ resistente ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamento	Dose.ha ⁻¹ g.i.a.	Controle (%)	Fitomassa verde (%)
		20 DAA	20 DAA
bentazon ⁽²⁾	720	83,75 c	35,92 bc
fomesafen ⁽³⁾	250	90,75 bc	39,51 b
lactofen	120	96,50 ab	25,89 d
glufosinato ⁽³⁾	150	93,75 a	30,55 cd
glyphosate	180	97,75 a	25,71 d
dms (5%)		7,36	3,77
cv (%)		5,10	3,78

g.i.a. – grama do ingrediente ativo

DAA – dias após a aplicação

* Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

⁽¹⁾ 2-4 folhas

⁽¹⁾ Com adição de óleo mineral emulsionável (Attach) a 0,5% (v/v) à calda de pulverização

⁽²⁾ Com adição de espalhante nonil fenol oxietilado e álcool isopropílico (Herbitensil) a 0,2% (v/v) à calda de pulverização.

Figura 10. Controle e redução na fitomassa verde de *Bidens subalternans* L. (BIDSU) resistente ao chlorimuron-ethyl e imazethapyr, através de herbicidas alternativos. Cosmópolis, SP, 1998.

Nesse sentido, enquanto que Van Santen & Cerqueira (1999) indicam o bentazon como opção para o controle de *B. subalternans*, Monqueiro (1999) trabalhando com uma mistura de sementes composta por *Bidens pilosa*/*Bidens subalternans* observou o eficaz controle proporcionado com tratamentos à base de fomesafen a 250 g.ha^{-1} ; lactofen a 192 g.ha^{-1} . e bentazon a 480 g.ha^{-1} ; ainda que esses dois últimos herbicidas tenham sido utilizados em doses respectivamente acima e abaixo das recomendadas e preconizadas nas instruções de uso aprovadas para a cultura da soja e conseqüentemente aplicadas em condições de campo.

4.3 Avaliação de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL)

Considerando os valores obtidos para controle expressos em porcentagem, verifica-se que os tratamentos com sethoxydim apresentaram índices localizados entre 0-8% e significativamente menores que os encontrados no biótipo suscetível, onde variaram entre 95-100%. Tal situação foi também evidenciada para fitomassa verde, cuja produção apresentou-se semelhante à própria testemunha absoluta, enquanto que na população suscetível, esse herbicida provocou reduções de 96-98%. A análise dos dados indica ainda, que os tratamentos com fluazifop-p-butil apresentaram valores muito abaixo do mínimo aceitável e significativamente inferiores aos observados na população suscetível, notadamente nas duas doses menores, onde os índices localizaram-se entre 1-10%. Para esse herbicida, ainda que nas duas maiores os índices tenham ficado entre 72-87%, situaram-se bem abaixo do encontrado no suscetível, onde as plantas foram completamente eliminadas. Nota-se também que aqueles valores localizaram-se bem abaixo dos apresentados quando o suscetível foi tratado com a menor dose recomendada, que por sua vez, situou-se dentro de parâmetros de eficácia aceitáveis. A análise da fitomassa verde mostra que nas duas menores, esse herbicida praticamente apresentou valores semelhantes à testemunha absoluta; enquanto

que no suscetível, as reduções ficaram entre 96-98% e demonstrando a eficaz eliminação da planta. Em relação à esse mesmo biótipo, observa-se ainda que com exceção do clethodim, os demais graminicidas, nos tratamentos com a menor dose e equivalente a utilizada em condições de campo, não atingiram o mínimo de controle tecnicamente desejável, se bem que os valores tenham permanecido próximos a 70%, mais ainda assim, bem abaixo dos encontrados no suscetível. Essa situação praticamente foi acompanhada para produção de fitomassa verde, uma vez que os valores encontrados nesse biótipo oscilaram entre 12-14% enquanto que no suscetível, com as plantas praticamente eliminadas, os valores ficaram próximos de 3% (Quadro 17).

À partir de modelos matemáticos de regressão ajustados em computador, foram obtidas equações e curvas de dose resposta para esses dois herbicidas e relativas à porcentagem de controle, produção de fitomassa verde e sua produção em relação à testemunha. Nessas, o segmento correspondente ao suscetível encontra-se posicionado na parte superior do gráfico, enquanto que o referente ao biótipo em questão está situado abaixo, indicando menor porcentagem de controle, produção de fitomassa verde e sua produção em relação à testemunha; mesmo quando os herbicidas foram aplicados nas doses acima das recomendadas (Figura 11).

No quadro A₄ – Apêndice encontram-se as equações de regressão referentes aos três parâmetros analisados, onde através da substituição da variável pelo valor 50% chegou-se a estimativa da DL₅₀ e GR₅₀, à partir das quais foi calculado o fator de resistência (FR), que expressa o número de vezes em que a dose necessária para proporcionar 50% de controle, ou de redução na fitomassa verde do biótipo suscetível deve ser superior para que possa ocorrer o mesmo efeito sobre o resistente (Quadro 18).

Quadro 17. Controle e produção de fitomassa verde de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL-biótipos BPR e BPS) aos 20 dias após a aplicação dos (DAA) herbicidas utilizados em pós-emergência. Cosmópolis, SP, 1998.

Tratamentos	Dose/ha g.l.a	Controle ⁽¹⁾		Fitomassa verde ⁽²⁾		Fitomassa verde ⁽³⁾	
		BPR	BPS	BPR	BPS	BPR	BPS
clethodim	0	0,00	0,00	1,56 a	1,35 b	100,00 a	100,00 a
	84	82,50 b	97,50 a	0,17 a	0,05 b	10,77 a	3,84 b
	168	96,50 b	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,83 a	1,57 a
	336	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,43 a	1,47 a
	772	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,01 a	1,43 a	1,27 a
fenoxaprop-ethyl	0	0,00	0,00	1,52 a	0,97 b	100,00 a	100,00 a
	66	71,25 b	97,50 a	0,19 a	0,03 b	12,68 a	3,04 b
	132	85,75 b	100,00 a	0,14 a	0,02 b	9,10 a	2,29 b
	264	94,00 b	100,00 a	0,03 a	0,01 a	2,10 a	1,77 a
	528	96,50 b	100,00 a	0,02 a	0,01 a	1,79 a	1,74 a
fluazifop-p-butyl	0	0,00	0,00	1,47 a	1,32 b	100,00 a	100,00 a
	187,5	1,25 b	92,50 a	1,46 a	0,05 b	99,71 a	3,92 b
	375	10,00 b	98,75 a	1,44 a	0,02 b	98,42 a	1,86 b
	750	72,50 b	100,00 a	0,18 a	0,02 b	12,52 a	1,68 b
	1500	86,25 b	100,00 a	0,13 a	0,01 b	9,10 a	1,30 b
haloxyfop-mehtyl	0	0,00	0,00	1,42 a	1,09 b	100,00 a	100,00 a
	120	71,25 b	99,50 a	0,14 a	0,03 b	10,31 a	3,80 b
	240	88,75 b	100,00 a	0,12 a	0,02 b	8,74 a	2,25 b
	480	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,01 a	1,56 a	1,34 a
	960	100,00 a	100,00 a	0,01 a	0,01 a	0,91 a	0,86 a
propaquizafop	0	0,00	0,00	1,44 a	1,02 b	100,00 a	100,00 a
	125	73,75 b	98,75 a	0,18 a	0,03 b	12,99 a	2,94 b
	250	85,00 b	100,00 a	0,13 a	0,02 b	9,35 a	2,71 b
	500	93,00 b	100,00 a	0,03 a	0,02 a	2,24 a	2,47 a
	1000	100,00 a	100,00 a	0,01 a	0,01 a	1,51 a	1,72 a
quizal ofop-p-ethyl	0	0,00	0,00	1,51 a	1,32 b	100,00 a	100,00 a
	75	69,50 b	92,50 a	0,20 a	0,04 b	13,64 a	3,19 b
	150	77,50 b	100,00 a	0,18 a	0,03 b	11,85 a	2,63 b
	300	93,00 b	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,63 a	1,87 a
	600	98,75 a	100,00 a	0,02 a	0,01 a	1,47 a	1,30 a
sethoxydim	0	0,00	0,00	1,60 a	1,02 b	100,00 a	100,00 a
	230	0,00 b	95,00 a	1,59 a	0,03 b	99,16 a	3,11 b
	460	3,75 b	100,00 a	1,57 a	0,02 b	99,76 a	2,15 b
	920	6,25 b	100,00 a	1,57 a	0,01 b	98,47 a	1,65 b
	1840	7,50 b	100,00 a	1,57 a	0,01 b	98,49 a	1,43 b
fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	0	0,00	0,00	1,46 a	1,28 b	100,00 a	100,00 a
	100	75,00 b	99,50 a	0,18 a	0,04 b	12,44 a	3,47 b
	200	95,25 b	100,00 a	0,03 a	0,03 a	2,19 a	2,31 a
	400	97,25 b	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,52 a	1,94 a
	800	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,53 a	1,77 a
glufosinato de amônio	0	0,00	0,00	1,43 b	1,38 b	100,00 a	100,00 a
	150	72,50 b	78,50 a	0,17 a	0,16 a	12,10 a	11,52 a
	300	87,75 a	83,25 b	0,14 a	0,14 a	9,92 a	10,68 a
	600	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,56 a	1,61 a
	1200	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,39 a	1,61 a
glyphosate	0	0,00	0,00	1,62 a	1,09 b	100,00 a	100,00 a
	180	95,00 b	99,50 b	0,05 a	0,02 a	2,93 a	2,50 a
	360	97,50 b	100,00 a	0,04 a	0,02 a	2,76 a	2,05 b
	720	100,00 a	100,00 a	0,03 a	0,02 a	2,15 a	2,04 a
	1440	100,00 a	100,00 a	0,02 a	0,02 a	1,38 b	21,05 a
dms 5%		3,44		0,06		1,43	
cv %		3,57		12,38		3,62	

BPR – Mangueirinha (PR) e BPS - Cosmópolis (SP)

Figura 11. Curvas de dose-resposta dos herbicidas sethoxydim e fluazifop-p-butyl para *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL- biótipos BR e BS). Cosmópolis, SP, 1998.

Quadro 18. Valores referentes ao controle (LD_{50}), fitomassa verde (GR_{50}) e fator de resistência (FR) nos tratamentos com os herbicidas fluazifop-p-butil e sethoxydim para os biótipos de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL). Cosmópolis, SP, 1998

Biótipo	LD_{50}	FR	GR_{50}	FR	GR_{50}	FR
fluazifop-p-butil						
BPR	806,75		602,63		563,34	
BPS	50,01	16,13	40,19	14,99	40,68	13,85
sethoxydim						
BPR	> 1840		> 1840		> 1840	
BPS	53,36	>34,48	35,56	> 51,74	46,49	> 39,60

Através do Quadro 18, verifica-se que os valores obtidos para DL_{50} e GR_{50} relativos aos parâmetros analisados localizaram-se acima de 1840 g.ha⁻¹ para sethoxydin, e portanto, maior que oito vezes a menor dose aplicada e tecnicamente indicada em condições de campo; enquanto que no suscetível, situaram-se entre 35-54 g.ha⁻¹, resultando num fator de resistência (FR) maior que 35. No caso de fluazifop-p-butil, os valores oscilaram entre 560-807 g.ha⁻¹ para os três parâmetros considerados, enquanto que, no suscetível, as doses localizaram-se entre 40-50 g.ha⁻¹, o que resultou no fator em resistência (FR) localizado, na dependência do parâmetro considerado, entre 13-17.

Para os demais graminicidas, principalmente onde os tratamentos com a menor dose utilizada em condições de campo não proporcionaram obtenção de índices localizados acima do mínimo aceitável, os valores da DL_{50} e GR_{50} variaram entre 24-139; 16-79 e 16-80 g.ha⁻¹ respectivamente para controle, produção de fitomassa verde e sua porcentagem de produção em relação à testemunha; enquanto que no suscetível oscilaram entre 6-32; 9-50 e 10-50. Assim, os valores encontrados para o fator de resistência (FR) apresentaram-se extremamente baixos, uma vez que situaram-se respectivamente entre 2-4,5; 1,5-1,6 e 1,4-1,6 para os três parâmetros

considerados, o que poderiam ser ainda menores, caso fossem provenientes de plantas submetidas às condições de sombreamento da cultura tratada com doses localizadas na maior faixa para os quais herbicidas como fenoxaprop-p-ethyl, haloxyfop-methyl e quizalofop-p-ethyl encontram-se devidamente registrados, com instruções de uso devidamente aprovadas e recomendados.

Uma vez que os tratamentos com o demais herbicidas nas doses maiores proporcionaram índices de controle situados abaixo dos observados no biótipo suscetível, mas ainda assim, dentro de parâmetros técnicos, mas nas condições atuais, não economicamente aceitáveis, esses resultados evidenciam a resistência aos herbicidas sethoxydim, do grupo dos hidroxi-ciclo-hexenos (CHD) e fluazifop-p-butil, do grupo aril oxi-fenoxi-propionatos (APP). Para esses, uma vez que foi manifestada de maneira marcante, não só nas doses normalmente recomendadas e utilizadas em condições de campo, mas também naquelas bem acima; verifica-se que a mesma encontra-se de acordo com o conceito proposto por autores como Gressel & Segel (1978); Holt & LeBaron (1990); Warwick (1991) e Devine (1997).

Considerando que o biótipo apresenta-se mais resistente ao sethoxydim do que ao fluazifop-p-butil, verifica-se que as diferenças observadas encontram-se de acordo com Heap et al. (1993) que relataram que em muitos biótipos, a ocorrência de diferentes níveis de resistência estão freqüentemente relacionados com a classe a que os herbicidas pertencem, o que segundo Heap et al. (1993); Devine (1997) e Powles & Preston (1998) pode ser resultado de diferentes mutações no gene que codifica a enzima e do tipo de alelo. Nesse mesmo aspecto, em nossas condições Gazziero et al. (1997) identificaram biótipo de *B. plantaginea* com diferentes níveis de resistência aos diversos inibidores da ACCase onde sethoxydim e fenoxaprop-ethyl foram responsáveis pelos maiores fatores. Mais recentemente, Buzatti (1999) verificou a presença de diferentes níveis de controle dessa gramínea em função da dose aplicada de herbicidas como propaquizafop, fluazifop-p-butil e fenoxaprop-p-ethyl+clethodim, onde o biótipo testado apresentou-se resistente; além de sethoxydim

e clethodim para os quais os resultados de controle foram praticamente inócuos e semelhantes à própria testemunha absoluta. Ainda trabalhando com essa planta daninha Buzatti et al. (2000) observaram excelente controle do biótipo resistente ao sethoxydim com tratamentos envolvendo os herbicidas clethodim e fenoxaprop-p-ethyl + clethodim à partir de doses recomendadas e usualmente aplicadas em condições de campo.

Sendo identificada para herbicidas que pertencem a diferentes grupos químicos que atuam como inibidores da ACCase, pode-se afirmar que se trata de resistência cruzada, conforme considerado por Powles & Howat (1990); Cortez & Christoffoleti (1999) e Vargas et al (1999^a). A análise do histórico da área onde as sementes foram coletadas também admite hipótese de seleção de biótipos resistentes ser provocada por contínuos e prolongados tratamentos com fluazifop-p-butil e sethoxydim, e portanto, com herbicidas portadores de mesmo mecanismo de ação, conforme afirmam Sawicki (1987); Betts et al. (1990); Holt e LeBaron (1990); Warwick (1991); Maxwell & Mortimer (1994) e Thill (1995). Seu aparecimento espontâneo pode estar relacionado com a presença de genótipos que sobreviviam na população, mas originalmente em níveis bastante baixos, conforme anteriormente considerado por autores como Lee et al. (1988); Mallory-Smith et al. (1990); Guttieri et al. (1992); Suzuki et al. (1992); Vidal & Fleck (1997); Mattiello et al. (1999) e Vargas et al. (1999^{a,b}). Por outro lado, para os demais graminicidas específicos utilizados, onde os tratamentos com as doses menores apresentaram controle abaixo do desejável e cerca de 15-30% inferior ao encontrado no suscetível, o que representa diferença na produção de fitomassa verde de 6-11%; a ocorrência de resistência parece não ficar clara e marcadamente evidenciada como para os demais, em função dos índices obtidos e dos baixos fatores de resistência encontrados; ainda que Gazziero et al. (1997) tenham relatado sua ocorrência em *B. plantaginea* que apresentou fatores situados entre 1,5-4,0 para herbicidas como haloxyfop-methyl, fluazifop-butil, clethodim e propaquizafop.

Desse modo, herbicidas tradicionalmente usados como clethodim na sua dose menor, cujos índices de controle apresentaram-se praticamente semelhantes aos tratamentos com fenoxaprop-p-ethyl, haloxyfop-methyl, propaquizafop e quizalofop-p-ethyl nas segundas maiores doses, conseguiram exercer o controle do biótipo dentro de limites, no mínimo tecnicamente aceitáveis. Quanto aos produtos de ação total para os quais encontram-se disponíveis cultivares geneticamente modificados com vistas à resistência, destacou-se o glyphosate, que na sua menor dose proporcionou os melhores resultados, seguido de glufosinato de amônio na sua segunda maior dose. Por outro lado, mesmo apresentando a mesma tendência, os níveis de controle observados situaram-se ligeiramente acima das reduções provocadas na produção de fitomassa verde e tal situação provavelmente encontra-se relacionada como fato de se ter considerado o peso dos restos vegetais de plantas mortas (Figura 12).

Figura 12. Controle e redução na fitomassa verde de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL) resistente ao fluazifop-p-butil e sethoxydim através de herbicidas inibidores da ACCase, GS e EPSPs. Cosmópolis, SP, 1998.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nos experimentos, pode-se concluir que:

- 5.1 As sementes de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL) coletadas nas regiões de Assis, no Estado de São Paulo; Caarapó, no Estado do Mato Grosso do Sul; Cascavel e Nova Aurora, no Estado do Paraná e Tupanciretã, no Estado do Rio Grande do Sul são provenientes de populações com diferentes níveis de resistência aos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr, demonstrando serem portadoras de resistência cruzada aos inibidores da ALS dos grupos das sulfoniluréias e imidazolinonas;
 - 5.1.1 Os biótipos estudados não apresentaram resistência múltipla aos inibidores da Protox, GS e EPSPs, sendo eficientemente controlados através de fomesafen (250 g.ha⁻¹), lactofen (120 g.ha⁻¹), flumiclorac-pentil (40 g.ha⁻¹), glufosinato de amônio (150 g.ha⁻¹) e glyphosate (360 g.ha⁻¹), que podem ser usados como alternativas para prevenção e manejo dessas populações;
- 5.2 As sementes de *Bidens subalternans* L.(BIDSU) coletadas na região de São Gabriel D'Oeste, no Estado do Mato Grosso do Sul, são provenientes de população com diferentes níveis de resistência aos herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr, demonstrando serem portadoras de

resistência cruzada aos inibidores da ALS dos grupos das sulfoniluréias e imidazolinonas;

5.2.1 O biótipo não apresentou resistência múltipla aos inibidores da fotossíntese, Protox, GS e EPSPs, sendo eficientemente controlado através de bentazon (720 g.ha^{-1}), fomesafen (250 g.ha^{-1}), lactofen (120 g.ha^{-1}), glufosinato de amônio (150 g.ha^{-1}) e glyphosate (180 g.ha^{-1}), que podem ser usados como alternativas para prevenção e manejo dessa população;

5.3 As sementes de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (BRAPL) coletadas na região de Manguueirinha, no Estado do Paraná são provenientes de populações com diferentes níveis de resistência aos herbicidas fluazifop-p-butil e sethoxydim, demonstrando serem portadoras de resistência cruzada a esses inibidores da ACCase dos grupos dos aril oxi-fenoxi-propionatos e hidroxi-ciclo-hexenos; .

5.3.1 O biótipo não apresentou resistência múltipla aos inibidores de GS e EPSPs, sendo eficientemente controlado através de glufosinato de amônio (150 g.ha^{-1}) e glyphosate (180 g.ha^{-1}), que podem ser usados como alternativas para prevenção e manejo dessa população.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.L. Engenharia genética para o controle de plantas daninhas. In CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, Caxambú, MG, 1997. **Palestras e mesas redondas**. Viçosa: SBCPD, 1997, p.105.
- AHRENS, W.H.; STOLLER, E.W. Competition, growth rate and CO₂ fixation in triazine-susceptible and-resistant smoothpigweed (*Amaranthus hybridus*). **Weed Science**, Champaign, v.31, n.4, p.438-444, 1983.
- ALTERMAN, M.R. **Malezas**: ecofisiologia y estrategias de controle. Santiago: Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica, 1992. 402p.
- ARANHA, C.; LEITÃO FILHO, H. de F.; YAHN, C.A. **Sistemática de plantas invasoras**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984. 174 p.
- BARBOSA, M.Z.; FERREIRA, C.R.R.P.T.; FREITAS, S.M. Sazonalidade de preços de exportação do complexo soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1, Londrina, 1999. **Anais...** Londrina: Embrapa-Soja, 1999, p.439.

- BETTINI, P.; McNALLY, S.; SAVIGNAC, M.; DARMENCY, H.; GASQUEZ, J.; DRON, M. Atrazine resistance in *Chenopodium album*: low and high levels of resistance to the herbicide are related to the same chloroplast psba gene mutation. **Plant Physiology**, Rockville, v.84, n.5, p.1442-1446, 1987.
- BETTS, K.J.; EHLKE, N.J.; WYSE, D.L.; GRONWALD, J.W., SOMERS, D.A. Mechanism of inheritance of diclofop resistance in italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Science**, Champaign, v.40, n.2, p184-189, 1992.
- BLANCO, H.G. Catálogo das espécies de mato infestantes de áreas cultivadas no Brasil; gramíneas de ciclo anual. **O Biológico**, São Paulo, v.41, n.1, p.6-14, 1975.
- BREZEANU, A.G.; DAVIS, D.G.; SHIMABUKURO, R.H. Ultrastructural effects and translocation of methyl-2-(4-(2,4-dichloro-phenoxy) phenoxy) propanoate) in wheat (*Triticum aestivum*) and wild oat (*Avena fatua*). **Canadian Journal of Botanic**, v.54, p.2038-2048, 1976.
- BROWN, H.M. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. **Pesticide Science**, Oxford, v.29, n.3, p.263,-281, 1990.
- BROWN, H.M.; COTTERMAN, J.C. Recent advances in sulfonylurea herbicides. **Chemistry of Plant Protection**, New York, v.10, n.1, p.47-81, 1994.
- BROWN, M.A.; CHIU, R.Y.; MILLER, P. Hydrolytic activation versus oxidative degradation of assert herbicide, and imidazolinone arylcarboxilate, in susceptible wild oat versus tolerant corn and wheat. **Pesticide Biochemical Physiology**, New York, v.27, p.24-29, 1987.

- BRYAN, J.K. Advances in the biochemistry of aminoacid biosynthesis. In: CONN, E.E.; STUMPF, P.K. **The biochemistry of plants**. New York: Academic Press, v.16, p.161-165, 1990.
- BURNSIDE, O.C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.3, p.621-625, 1992.
- BURTON, J.D.; GRONWALD, J.W.; SOMERS, D.A.; BURLE, G.G.; WYSE, D.L. Inhibition of corn acetyl CoA carboxylase by cyclohexanodione and aryloxypropionate herbicides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, n.34, p.76-85, 1989.
- BUZATTI, W.J.S. Casos de resistência de plantas daninhas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e papuã (*Brachiaria plantaginea*) na região dos Campos Gerais do Paraná. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AECG, 1999, p.132-140.
- BUZATTI, W.J.S.; BORATO, M.; PODOLAN, M.J. Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) suspeito de resistência aos herbicidas inibidores de ALS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Londrina, 1, 1999. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999, p.420 (Embrapa Soja Documentos, 124)
- BUZATTI, W.J.S.; MAROCHI, A.I.; PODOLAN, M.J. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) resistente em soja Roundup Ready. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, XXII, Foz do Iguaçu, PR, 2000. **Resumos...** Londrina, PR: SBPCPD, 2000, p.502.
- CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C.; TORRES, A.C. Ajuste de funções não lineares de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.9-18, 1989

- CÂMARA, G.M. de S. **Desempenho produtivo das cultivares de soja IAC-17. IAC-12 e IAC-19, semeados em três épocas de semeadura e em cinco densidades de plantas.** Piracicaba: 1998, 165p. (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP.
- CARUSO, R. **Soja, uma caminhada sem fim.** São Paulo: Fundação Cargill, sd, 94 p.
- CHAUVAL, B.; GASQUEZ, J. Study of the growth of herbicide- resistant black-grass populations. In: CASELEY, J.C.; CUSSANS, G.W.; ATKINS, R.K. **Herbicide resistance in weeds and crops.** Oxford: Butterworth – Heinemann, 1991, p.431-432.
- CHEMALE, V.M.; FLECK, N.G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob 3 densidades e 2 períodos de ocorrência. **Planta Daninha.** Campinas, n.5, v.2, p.36-46, 1982.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1º, Dourados, 1997. **Resumos.** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p.75-94 (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 13).
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R.; DA SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha,** Brasília, v. 12, n.1, p.13-20, 1994.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; PONCHIO, J.A. de R.; BERG, C.V.D.; VICTÓRIA FILHO, R. Imidazolinone resistant *Bidens pilosa* in the Brazilian soybean areas. In: WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA ANNUAL MEETING, 36, Norfolk, 1996. **Proceedings,** p.10.

- CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTÓRIA FILHO, R.; MONQUEIRO, P.A. Resistência cruzada e herbicidas alternativos de controle de biótipos de *Bidens pilosa* resistentes aos herbicidas inibidores da ALS. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21º, Caxambu, MG, 1997. **Resumos**. Caxambu: SBCPD, 1997. p.64
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; CORTEZ, M.G.; VICTÓRIA FILHO, R. Resistance of alexanderweed (*Brachiaria plantaginea*) to ACCase inhibitor herbicides in soybean from Paraná State-Brazil. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, CHICAGO, 1998. **Abstracts**. Chicago: WSSA, 1998. p.65.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; CORTEZ, M.G. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais...** Ponta Grossa: AECG, 1999. p.74-100.
- CHRISTOPHER, J.T.; POWLES, S.B.; LILJEGREN, D.R.; HOLTUM, J.A.M. Cross-resistance herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). II. Chlorsulfuron resistance involves a wheat-like detoxification system. **Plant Physiology**, Rockville, v.95, p.1036-1043, 1991.
- COBB, A. **Herbicides and plant physiology** In: CHAMPMAN & HALL., London, (1ª ed.), 1992. 315p.
- COLE, D.J. Detoxification and activation of agrochemicals in plants. **Pesticide Science**, Oxford, v.42, n.2, p.209-222, 1994.
- COLE, T.A.; WEHTJE, G.R.; WILCUT, J.W.; HICKS, T.V. Behavior of imazethapyr in soybeans (*Glycine max*), peanuts (*Arachis hypogea*), and selected weeds. **Weed Science**, Champaign, v.37, n.2, p.639-644, 1989.

COMITE DE PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS A HERBICIDAS (CPRH). Guia para el manejo de la resistencia a herbicidas. http://www.Plant Protection.org/HRAC/spanisk_guia.html. 1999. 11p.

COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS. 5ª ed. São Paulo: Editora Andrei L^{tda}, 1996. 566p.

COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS. 6ª ed. São Paulo: Editora Andrei L^{tda}, 1999. 672p.

CORTEZ, M.G. Mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCase). In: CURSO DE RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS. Piracicaba: Sociedade Brasileira da Ciência da Plantas Daninhas/ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-USP, 1998. 27p.

CORTEZ, M.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Mecanismos responsáveis pela resistência das plantas daninhas aos herbicidas. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais...** Ponta Grossa, PR: AECG, 1999, p.109-130.

CORTEZ, M.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTÓRIA FILHO, R.; DE PRADO, R. Differential tolerance to graminicides in *Brachiaria plantaginea* biotypes found in Brazil. In: 11th SYMPOSIUM OF EUROPEAN WEED RESEARCH SOCIETY, 1999. **Proceedings**. Basel: Switzerland, 1999, p.164.

COTTERMAN, J.C.; SAARI, L.L. Rapid metabolic inactivation in the basis for cross-resistance to chlorsulfuron, diclofop-methyl-resistant rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) biotype SR4/84. **Pesticide Biochemistry Physiology**, New York, n.43, p.182-192, 1992.

- CUSSANS, G.W. Which weed management strategies are appropriate? 2nd INTERNATIONAL WEED CONTROL CONGRESS. 1996. **Proceedings**. Copenhagen, 1996, p.1159-1166.
- DARMENCY, H.; GASQUEZ, J. Appearance and spread of triazine resistance in common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Technology**, Champaign, v.4, n.1, p.173-177, 1990.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas**. Jaboticabal, SP: UNESP, 431p, 1992.
- DEVINE, M.D. Mechanisms of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. **Pesticide Science**, Oxford, v.51, n.4, p.259-264, 1997.
- DEVINE, M.D.; MAC ISAAC, M.; ROMANO, L.; HALL, J.C. Investigation of the mechanism of diclofop resistance in two biotypes of *Avena fatua*. **Pesticide Biochemistry Physiology**, New York, v.42, n.2, p. 88-96, 1992.
- DEVINE, M.D.; SHIMABUKURO, R.H. Acetyl coenzyme A carboxylase inhibiting herbicides. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. eds. **Herbicide Resistance in Plants: Biology and Biochemistry**, p.141-169, CRC Press, London, 1994.
- DILL, G.; BAERSON, S.; CASAGRANDE, L.; FENG, Y.; BRINKER, T.; REYNOLDS, N.; TAYLOR, N.; RODRIGUEZ, D.; TENG, Y. Characterization of glyphosate resistant *Eleusine indica* biotypes from Malaysia. INTERNATIONAL WEED SCIENCE CONGRESS, III, Brazil, 2000. **Abstracts**, Foz do Iguaçu, Brazil, 2000. p.150.

DURIGAN, J.C.; VICTORIA FILHO, R.; MATUO, T.; PITELLI, R.A. Período de matocompetição na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares Santa Rosa IAC-2. I – Efeitos sobre os parâmetros de produção. **Planta Daninha**, v.6, n.2, p.86-100, 1983.

DYER, W.E.; CHEE, P.W.; FAY, P.K. Rapid germination of sulfonylurea resistant *Kochia scoparia* accessions is associated with elevated seed levels of branched chain aminoacids. **Weed Science**, Champaign, v.41, n.4, p.18-22, 1993.

EBERLEIN, C.V.; GUTTIERI, M.J. DNA sequence variation in the acetolactate synthase gene of ALS inhibition resistant *Kochia scoparia*. In: WESTERN SOCIETY OF WEED SCIENCE ANNUAL MEETING, 46, 1993. **Proceedings**, 1993, p.127.

EBERLEIN, C.V.; GUTTIERI, M.J.; THILL, D.C.; BAERG, R.J. Altered acetolactate synthase activity in ALS - inhibitor resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Science**, Champaign, v.45, n.2, 1997, p.212-217.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1995/96**. Londrina: CNPSo, 1995. p.80-97 (EMBRAPA-CNPSo - Documentos, 88).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Centro Sul do Brasil 1997/98**. Londrina: CNPSo, 1997. p.88-104 (EMBRAPA-CNPSo - Documentos, 106).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1998/1999**. Londrina: CNPSo, 1998. 182 p.(EMBRAPA-CNPso. Documentos, 120).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1999/2000.**

Londrina: CNPSo, 1999. 226p. (EMBRAPA Soja. Documentos, 132; Embrapa Agropecuária Oeste, 5).

EMPRESA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Herbicidas recomendados para a cultura da soja em Mato Grosso do Sul 1997/98.** Campo Grande: EMPAER-MS. 1997. 24p. (Comunicado Técnico).

FLECK, N.G. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea*) com soja e ganho de produtividade obtido através do seu controle. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.63-68, 1996.

FOES, M.J.; LUI, L.; TRANEL, P.J.; WAX, L.M.; STOLLER, E.W. A biotype of common waterhemp (*Amaranthus rudis*) resistant to triazine and ALS herbicides. **Weed Science**, Champaign, v.46, n. 5, p.514-520, 1998.

FREITAS, R.R. de; CARVALHO, A. de; ALVARENGA, A.A. de. Quebra de dormência e germinação de sementes de campim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.2, p.31-35, 1990.

GAZZIERO, D.L.P.; CHRISTOFFOLETTI, P.J.; MACIEL, C.D.G.; SCARAMUZZA JÚNIOR, J.R. Resistência de biótipos de *Brachiaria plantaginea* aos herbicidas inibidores da ACCase aplicados em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, Caxambú, 1997. **Resumos**, Caxambú: SBCPD, 1997. p.88.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E. Levantamento preliminar da ocorrência de picão-preto (*Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*) em áreas de cultivo de soja no Estado do Paraná. **Informativo Ciência das Plantas Daninhas**, Londrina, n.2, v.4, p.4-5. 1998^a.

GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M., MACIEL, C.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ADEGAS, F.S.; VOLL, E. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, Londrina: v.16, n.2, p.117-125, 1998^b.

GELMINI, G.A. **Agrotóxicos**: legislação básica. Campinas: Fundação Cargill, 1991. 2v. 838 p.

GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura do algodão. Campinas: CATI, 1995, 37p. (Manual CATI, 44).

GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura da cenoura. Campinas: CATI, 1996^a, 37p. (Manual CATI, 49).

GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura da cebola. Campinas: CATI, 1996^b. 37p. (Manual, 59).

GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura do feijão. Campinas: CATI, 1996^c, 27p. (Manual CATI, 43).

GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura do tomate. Campinas: CATI, 1996^d, 16p. (Manual CATI, 45).

GELMINI, G.A. **Controle de plantas infestantes com nicosulfuron na cultura do milho**. Campinas: CATI, 1998. 38p. (Impresso Especial).

- GELMINI, G.A.; CAMPOS LASCA, D.H. **Agrotóxicos**: indicações básicas para a cultura do girassol. Campinas: CATI, 1995. 15p. (Manual CATI, 52).
- GELMINI, G.A.; CAMPOS LASCA, D.H. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura do amendoim. Campinas: CATI, 1996, 20p. (Manual CATI, 57).
- GELMINI, G.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura da batata. Campinas: CATI, 1996, 22p. (Manual CATI, 58).
- GELMINI, G.A.; LONGHI, A.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura da rosa. Campinas: CATI, 1996^a. 16p. (Manual CATI, 16).
- GELMINI, G.A.; LONGHI, A.A. **Herbicidas**: indicações básicas para a cultura do gladiolo. Campinas: CATI, 1996^b, 10p. (Manual CATI, 64).
- GELMINI, G.A.; NOVO, M.C.S.; de NEGRI, J.D. **Manejo de plantas daninhas em citrus**. Campinas: Fundação Cargill, 1998, 67p.
- GELMINI, G.A.; TRANI, P.E. **Agrotóxicos**: Indicações básicas para a cultura da alface. Campinas: CATI, 1996, 22p. (Manual CATI, 46).
- GILL, G.S.; COUSENS, R.D.; ALLAN, M.R. Germination, growth, and development of herbicide resistant and susceptible populations of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). **Weed Science**, Champaign, v.44, n.2, p.252-256, 1996.
- GOLDBURG, R.J. Environmental concerns with the development of herbicide-tolerant plants. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, n.3, p.647-652, 1992.

- GRAY, J.A.; STOLTEMBERG, D.E.; BALKE, N.E. Productivity and intraespecific competitive ability of a velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) biotype resistant to atrazine. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.4, p.619-626, 1995.
- GRESSEL, J. Why get resistance? It can be prevented or delayed. In: CASELEY, J.C.; CUSSANS, G.W.; ATKIN, R.K. **Herbicide resistant in weeds and crops**. Oxford: Butterworth - Heinemann, 1991, p.1-25.
- GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. The paucity of genetic adaptive resistance of plants to herbicides: possible biological reasons and implications. **Journal of Theoretical Biology**, Washington, v.75, n.3, p.349-371, 1978.
- GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. Modelling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. **Weed Technology**, Champaign, v.4, 186-198, 1990.
- GURJEET, S.G.; COUSENS, R.D.; ALLAN, M.R. Germination, growth and development of herbicide resistant and susceptible populations of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). **Weed Science**, Champaign, v.44, n.2, p.252-256, 1996.
- GUTIERRI, M.J.; EBERLIN, C.V.; MALLORY-SMITH, C.A.; THILL, D.C.; HOFFMAN, D.L. DNA sequence variation in domain A of the acetolactate synthase genes of herbicide-resistant and susceptible weed biotypes. **Weed Science**, Champaign, v.40, p.670-676, 1992.
- GUTTIERI, M.J.; EBERLIN, C.V.; THILL, D.C. Diverse mutations in the synthase gene confer chlorosulfuron resistance in kochia (*Kochia scoparia*) biotypes. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.2, p.175-178, 1995.

HALL, L.M.; DEVINE, M.D. Cross-resistance of a chlorosulfuron resistance biotype of *Stellaria media* to a triazolopyrimidine herbicide. **Plant Physiology**, Rockville, v.93, p.962, 1990.

HATZIOS, K.K.; PENNERS, D. **Metabolism of herbicides in higher plants**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1981, 142 p.

HEAP, I.M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. **Pesticide Science**, Oxford, v.51, p.235-243, 1997^a.

HEAP, I.M. **The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide**. Web: <http://www.weedscience.com/paper/resist97.htm>. 1997^b 11p.

HEAP, I.M. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Web: <http://www.weedscience.com>. (04 de fevereiro, 1999).

HEAP, I.M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. Web: <http://www.weedscience.com/paper/resist97.htm>. (07 de janeiro, 2000), 10 p.

HEAP, I.M.; MURRAY, B.G.; LOEPPEY, H.A.; MORRISON, I.N. Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in wild oat (*Avena fatua*). **Weed Science**, Champaign, v.41, p.232-238, 1993.

HEES, F.D. Mechanism of action inhibitors of amino acid biosynthesis. In: **HERBICIDE ACTION COURSE**, 1994. **Summary of lectures**. West Lafayette: Purdue University, Indiana, 1994, p.10-23,

HESS, F.D.; ANDERSON, R. Herbicides in development in the U.S. In: **Herbicide action**. West Lafayette: Purdue University, Indiana 1995. p.407.

HIDALGO, E. Estratégias de manejo de populações resistentes. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AECG. 1999; p.101-108.

HOECHST. **Basta - amônio glufosinato**. São Paulo: Hoechst do Brasil Química e Farmacêutica S.A., sd.^a 8p.

HOECHST. **Finale**. São Paulo: Hoechst do Brasil Química e Farmacêutica S.A., sd.^b 8p. (Boletim Técnico).

HOECHST. **Glufosinate-ammonium**. Information on the active ingredient. Hoechst Aktiengesellschaft Marketing Agriculture, sd^c. 23p.

HOLT, J.S.; LeBARON, H.M. Significance and distribution of herbicide resistance. **Weed Technology**, Champaign, v.4, n.1, p.141-149, 1990.

HOLT, J.S.; POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. Mechanisms and agronomic aspects of herbicide resistance. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, Palo Alto, v.44, p.203-229, 1993.

HOLT, J.S.; STEMLER, A.J.; RADOSEVICH, S.R. Differential light responses of photosynthesis by triazine-resistant and triazine-susceptible *Senecio brasiliensis* biotypes. **Plant Physiology**, Rockville, v.67, p.744-748, 1981.

HOLT, J.S.; THILL, D.C. Growth and productivity of resistant plants. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: 1994. p.299-316.

- HOLTUM, J.A.M.; HÄUSLER, R.E.; DEVINE, M.D.; POWLES, S.B. Recovery of transmembrane potentials in plants resistant to aryloxy-phenoxy propionate herbicides: A phenomenon a waiting explanation. **Weed Science**, n.42, p. 293-301, 1994.
- HOLTUM, J.A.M.; MATTHEWS, J.M.; HÄUSLER, J.M.; LILJEGREN, R.E.; POWLES, S.B. Cross-resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). III. On the mechanisms of resistance to diclofop-methyl. **Plant Physiology**, Rockville, v.97, p.1026-1034, 1991.
- HORAC, M.J.; PETERSON, D.E. Biotypes of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and common waterhemp (*Amaranthus rudis*) are resistant to imazethapyr and thifensulfuron. **Weed Technology**, Champaign, v.9, p.192-195, 1995.
- HUBBARD, J.; WHITWELL, T. Techniques for detecting grass tolerance to sethoxydim and fenoxaprop-ethyl herbicides. **Weed Science**, Champaign, v. 39, n.4, p.548-552, 1991.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Prognóstico agrícola**: 1998/99. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1999. 251p.
- JASIENNIUK, M.; BRÛLE-BABEL, A.L.; MORRISON, I.N. The evolution and genetics of herbicides resistance in weeds. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.1, p.176-193, 1996.
- JEFFERS, G.M.; O'DONOVAN, J.T.; HALL, L.M. Wild mustard (*Brassica kaber*) resistance to ethametsulfuron but not other herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, n.4, p.847-850, 1996.

JEZOVSEK, G.K. Uma nova proposta para o controle das ervas daninhas: o uso de plantas transgênicas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1, Dourados, 1997. **Resumos**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p.62-74. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 13).

KEMP, M.S., MOSSET, S.R.; THOMAS, T.T. Herbicide resistance in *Alopecurus myosuroides*. In: GREEN, M.B.; LeBARON, H.M.; MOBERG, W.K. **Managing Resistance to Agrochemical: from Fundamental Research to Practical Strategies**. Washington: American Chemical Society, 1990. p.373-393.

KENDIG, A; FISHEL, F.; DeFELICE, M. **Herbicide resistance in weeds**. Web: <http://www.ext.missouri.edu/agebb/cafnr/expstn/delta/maguide/g4907.htm>. 1997. 12 p.

KISSMANN, K.G. **Invasoras na cultura da soja**. São Paulo: BASF Brasileira, S.A., 1978.

KISSMANN, K.G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. São Paulo: BASF Brasileira S.A., 1996, 33p.

KISSMANN, K. Manejo da resistência - inibindo a ALS. **Cultivar**, Pelotas, ano 2, n. 13, p.37-38, 2000.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira S.A. 1991, 1ª ed, 603 p.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira S.A. 1992, v.2, 798p.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1997, v.1, 2ª ed., 824 p.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1999, t.2, 2ª ed. 978p.

KLESCHICK, W.A.; GERWICK, B.C.; CARSON, C.M., MONTE, W.T.; SNIDER, S.W. DE498 a new acetolactate synthase herbicide with multicrop selectivity. **Journal Agricultural Food Chemical**, Washington, v. 40, n.6, p. 1083-1085, 1992.

KNAKE, E.L. Technology transfer for herbicide-tolerant weeds and herbicide tolerant-crops. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.3, p.662-664, 1992.

KWON, C.S.; PENNER, D. Response of a chlorsulfuron-resistant biotype of *Kochia scoparia* to ALS inhibiting herbicides and piperonyl butoxide. **Weed Science**, Champaign, v.43, n.4, p.561-565, 1995.

LADNER, D.W. Structures-activity relations hips among the imidazolinone herbicides. **Pesticide Science**, London, v.29, n.3, p.317-333, 1990.

LeBARON, H.M. Distribution and seriousness of herbicide resistant weed infestations worldiwide. In: CASELEY, J.C.; CUSSANS, G.W.; ATIKIN, R.K. **Herbicide resistance in weeds and crops**. Oxford: Buttlerworth-Heinemann, 1991, p.27-43.

LeBARON, H.M. Herbicide resistance in crops and weeds and its management. In: TROPICAL WEED SCIENCE CONFERENCE, 3rd, Kuala Lumpur, 1992, **Proceedings**. 1992. p.23-24.

- LEE, K.Y.; TOWNSEND, J.; TEPPERMAN, J.; BLACK, M. CHUI, C.K. The molecular basis of sulfonylurea herbicide resistance in tobacco. **EMBO JOURNAL**, p.1241-1248, 1998.
- LEITÃO FILHO, H. de F. **Espécies do gênero *Brachiaria griseb* nativas e exóticas cultivadas no Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: CATI, 1977. 27 p.
- LEITÃO FILHO, H. de F.; ARANHA, C. BACCHI, O. **Plantas invasoras no Estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1972, v.1, 290 p.
- LEITE, C.R.F.; ALMEIDA, J.C.V. de; PRETE, C.E.C. Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agrônômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHAS). Londrina: Célio Roberto Ferreira Leite, 1998. 68p.
- LIEBEL, R. Imidazolinones and pyrimidyl-oxy-benzoates. In: **Herbicide action**. West Lafayette: Purdue University, Indiana, 1995. p.328-338.
- LORENZI, H.J. **Principais ervas daninhas do Estado do Paraná**. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1976. 208p.
- LORENZI, H.J. **Plantas daninhas do Brasil**. 2ª ed. Nova Odessa: Plantarum L^{tda}, 1991. 440p.
- LORENZI, H.J. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4ª ed. Nova Odessa: Plantarum L^{tda}, 1994. 299p.
- LORENZI, H.J. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5ª ed. Nova Odessa, SP; Instituto Plantarum, 2000. 339 p.

- MALLORY-SMITH, C.A.; THILL, D.C.; DIAL, M.J. Identification of sulfonylurea herbicide-resistance prickly lettuce (*Lactuca serriola*). **Weed Technology**, Champaign, v.4, n.1, p.163-168, 1990.
- MARLES, M.A.S.; DEVINE, M.D.; HALL, J.C. Herbicide resistance in *Setaria viridis* conferred by a less sensitive form of acetyl coenzyme A carboxylase. **Pesticide Biochemistry Physiology**. vol.46, n.1, p. 7-14, 1993.
- MATIELLO, R.R.; RONZELI JÚNIOR, P.; PURÍSSIMO, C. Mecanismos de resistência: fatores biológicos, agronômicos e genéticos. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AECG, 1999. p.27-40.
- MATTHEWS, J.M.; HOLTUM, J.A.,; LILJEGREN, D.R.; FURNESS, B.; POWLES, S.B. Cross-resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*). **Plant Physiology**, Rockville, v.94, p.1180-1186, 1990.
- MAXWEL, B.D.; MORTIMER, A.M. Selection for herbicide resistance. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: 1994, p.1-25.
- MAXWELL, B.D.; ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R. Predicting the evolution and dynamics of herbicide resistance in weed populations. **Weed Technology**, Champaign, v.4, n.1, p.2-13, 1990.
- MAZUR, B.J.; FALCO, S.C. The development of herbicides resistant crops. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.40, p.441-470, 1989.

- MELHORANÇA, A.L.; VALENTE, T.O.; PEREIRA, F.A. Plantas daninhas. In: **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: CPAO, 1996. p.86-106. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 3).
- MELO FILHO, G.A.; RICHETTI, A.; PARIZOTO, A.M. Aspectos socioeconômicos da cultura da soja. In: **Recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: CPAO, 1996, p.29-33. (EMBRAPA-CNPAO, Circular Técnica, 3).
- MONQUEIRO, P.A. **Biologia, manejo e caracterização bioquímica e genética de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS)**. Piracicaba: 1999. 97p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP.
- MORRISON, I.N.; BOURGEOIS, L. Approaches to managing ACCase inhibitor resistance in wild oat on the Canadian prairies. **Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Weeds**, Brighton, England, p.567-576, 1995.
- MORTIMER, A.M. A review of graminicide resistance. Web: [http://www. Plant Protection.org/HRAC/Monograph1,htm](http://www.PlantProtection.org/HRAC/Monograph1.htm). (Monograph,1) HRAC-Graminicide Working Group 1998. 33p. [15-10-99].
- MOSS, S.R. Techniques for determining herbicide resistance. **Procedings of the Brighton Crop Protection Conference-Weeds**, Brighton, England, n.38, p.547-556, 1985.
- MOSS, S.R. Herbicide cross-resistance in slender foxtail (*Alopecurus myosuroides*). **Weed Science**, Champagne,v.38, n.6, p.492-496, 1990.

- MULUGETA, D.; MAXWELL, B.D.; FAY, P.K.; DYER, W.E. *Kochia* (*Kochia scoparia*) pollen dispersion, viability and germination. **Weed Science**, Champaign, v. 42, n.4, p. 548-552, 1994.
- NEWHOUSE, K.; SHANER, D.; WANG, T.; FINCHER, R. Genetic modification of crop responses to imidazolinone herbicides. In: GREEN, M.B.; LeBARON, H.M.; MOBERG, W.K. **Managing resistance to agrochemical: from Fundamental Research to Pratical Strategies**. Washington: American Chemical Society, p.474-486, 1990.
- NOLDIN, J.A.; EBEHARDT, D.S.; KNOBLAUCH, R. Resistência à herbicidas em *Sagitaria montevidensis*: primeiras evidências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1 Pelotas, 1999. **Anais**. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1999. p.566-567.
- OBARA, S.Y.; ALVES, P.L.C.A.; PAVANI, M.C.M.D. Desenvolvimento do picão-preto (*Bidens pilosa*) cultivado em solução nutritiva com diferentes níveis de pH. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18, Brasília, DF, 1991. **Resumos**, Brasília, SBHPD, 1991, p.12-13.
- OBARA, S.Y.; BEZUTTE, A.J.; ALVES, P.L.C.A. Desenvolvimento e composição mineral do picão-preto sob diferentes níveis de pH. **Planta Daninha**, Brasília, v.12, n.1, p.52-56, 1994.
- OHLROGGE J.; BROWSE, J. Lipide biosynthesis. **Plant Cell**, Rockville, v.7, p.957-970, 1995.

PEIXOTO, C.P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantio.** Piracicaba: 1998, 111p. (Tese- Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-USP.

PEREIRA, F. de A.R.; MELHORANÇA, A.L.; BAZONI, R. **Herbicidas recomendados na cultura da soja em Mato Grosso do Sul – ano agrícola 1998/1999.** Campo Grande, MS: 1998. 24p. (EMPAER-MS. Comunicado Técnico 26).

PEREIRA, F.A.R.; MELHORANÇA, A.L.; BORGES, E.P.; VALENTE, T.O.; BAZONI, R. **Herbicidas recomendados para a cultura da soja em Mato Grosso do Sul no ano agrícola 1999/2000.** Campo Grande: EMPAER-MS, 1999, 29 p. (Comunicado Técnico, 27).

PESSÔA, A.; FIORE, E. **Soja.** In: Divulgação técnica Manah, ano 18, n.159, out.2000. 1p.

PITELLI, R.A. Ervas daninhas e culturas anuais. **A Granja**, Porto Alegre, ano 36, n. 398, p. 56-61, 1980.

PITELLI, R.A. Manejo integrado de plantas daninhas. In: **CONTROLE INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS.** São Paulo: CREA, 1982. p. 28-41.

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

PONCHIO, J.A.R. **Resistência de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da enzima ecetolactato sintase.** Piracicaba: 1997. 138 p. (Tese –Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP .

- PONCHIO, J.A.R.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTÓRIA FILHO, R., ALS enzyme assay from *Bidens pilosa* biotypes of the Brazilian soybean areas to determine the sensitivity to imidazolinone and sulfonyleurea herbicides. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 36, Nortfolk, 1996. **Proceedings**. p. 79.
- POWLES, S.B.; HOWAT, P.D. Herbicide-resistant weeds in Australia. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, n.1., p.178-185, 1990.
- POWLES, S.B.; PRESTON, C. Herbicide cross resistance and multiple resistance in plants. Web: <http://ipmwww.ncsu.edu/orgs/hrac/mono2.htm>. 1998. 26 p.
- PRATLEY, J.E.; URWIN, N.A.; STANTON, R.A.; BAINES, P.R.; BROSTER, J.C.; SLATER, P.D.; SCHAFER, D.E.; BOHN, J.A.; KRUEGER, R.W. **Resistance to glyphosate in annual ryegrass (*Lolium rigidum*): I Bioevaluation**. Web: http://www.Weedscience.com/details/lolium-rigidum_9.htm. 1997. 3p.
- PRIMIANI, M.M.; COTTERMAN, J.C.; SAARI, L.L. Resistance of kochia (*Kochia scoparia*) to sulfonyleurea and imidazolinone herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, n.1, p. 169-172, 1990.
- PURÍSSIMO, C. Classificação de herbicidas quanto ao mecanismo de ação. In: **Curso sobre recomendações básicas de manejo de plantas daninhas e resistência aos herbicidas**. Piracicaba: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, 1998. 25 p.

PURÍSSIMO, C. Mecanismos de ação de herbicidas. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais...** Ponta Grossa,: AECG, 1999. p. 153-160.

RADOSEVICH, S.R.; STEINBACK, K.E.; ARNTZEN, C.J. Effects of photosystem II inhibitor on thylakoid membranes of two common groundsel (*Senecio vulgaris*) biotypes. **Weed Science**, Champaign, v. 27, n.2, p. 216-218, 1979.

RADOSEVICH, S.R.; GHERSA, C.M.; COMSTOCK, G. Concerns a weed scientist might have about herbicide-tolerant crops. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.3, p. 635-639, 1992.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 3ª ed. Londrina: Edição dos Autores, 1995. 675p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 4ª ed. Londrina: Edição dos Autores, 1998. 648p.

ROESSING, A.C.; GUEDES, L.A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 535p.

ROESSING, A.C.; GUEDES, L.C.A.; MELLO, H.C. Perspectivas do aumento da oferta brasileira de soja no mercado mundial: a potencialidade dos cerrados. In: **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1995/96**. Londrina: 1995, p. 7-23 (EMBRAPA-CNPSo, Documentos, 88).

- ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.R.; MAXWELL, B.D. Future outlook for herbicide-resistance research. **Weed Technology**, Champaign, v. 4, n.1, p. 208-214, 1990.
- RUBIN, B. Herbicide resistance in weeds and crops, progress and prospects. In: CASELEY, J.C.; CUSSANS, G.N.; ATKIN, R.K. **Herbicide resistance in weeds and crops**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1991. p. 387-414.
- RUEDELL, J. Controle químico de gramíneas na cultura do trigo. In: **Culturas de inverno**: Resultados de pesquisa 1987/88. FECOTRIGO/FUNDACEP, p. 206-213, 1998.
- RYAN, G.F. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. **Weed Science**, Champaign, v. 18, n. 5, p. 614-616, 1970.
- SAARI, L.L.; COTTERMAN, J.C.; SMITH, W.F.; PRIMIANI, M.M. Sulfonylurea resistance in common chickweed, perennial ryegrass, and russian thistle. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 42, p. 110-116, 1992.
- SAARI, L.L.; COTTERMAN, J.C.; THILL, D.C. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants**: biology and biochemistry. Boca Raton: CRC Press, 1994, p.83-139.
- SANCHES, W.; ZANDONADE, D. Problemas e soluções no controle de plantas daninhas no MS e MT (Relato nº 1). In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1, Dourados, 1997. **Resumos**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p. 160-161. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 13).

- SAZAKI, Y., KONISHI T., NAGANO, Y. The compartmentation of acetylcoenzyme A carboxylase in plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 108, p. 445-449, 1995.
- SAWICKI, R.M. Definition detection and documentation of insecticide resistance. In: FORD, M.G.; HOLLOMAN, D.W.; KHAMBAY, B.P.S.; SAWICKI, R.M. **Combating resistance to xenobiotics**: biological and chemical approaches. Chichester: Ellis Horwood, 1987. p. 105-117.
- SCHONFELD, M.; YAACOBY, T. MICHAEL, O.; RUBIM, .B. Triazine resistance without reduced vigor in *Phalaris paradoxa*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 83, p. 329-333, 1987.
- SEEFELDT, S.S.; GEALY, D.R.; BREWSTER, B.D.; FUERST, E.P. Cross resistance of several resistant will oat (*Avena fatua*) biotypes from the Willamette Valley of Oregon. **Weed Science**, Champaign, v. 42, p. 430-437, 1994.
- SEEFELDT, S.S.; JENSEN, J.E.; FUERST, P. Log-logistic analysis of herbicide dose response relationships. **Weed Technology**, Champaign, v.9 n. 1, p. 17-22, 1995.
- SHANER, D.L. Physiological effects of the imidazolinone herbicide. In: SHANER, D.L.; O' CONNOR, S.L. **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC Press. p. 129-137, 1991.
- SHANER, D.L. Herbicide resistance: where are we? How did get here? Where are we going? **Weed Technology**, Champaign, v.9, n.4, 1995. p. 852-856, 1995^a.

- SHANER, D.L. Studies on the mechanism and genetics of resistance: their contribution to herbicide resistance management. **Proceedings Brighton Crop Protection Weeds**. p. 537-545, 1995^b.
- SHANER, D.L.; ANDERSON, P.C.; STIDHAM, M.A. Imidazolinones: potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. **Plant Physiology**, Rockville, v. 76, p. 545-546, 1984.
- SHIMABUKURO, R.H.; HOFFER, B.L. Diclofop action: physiological evidence for reversible to a receptor-like molecule. **Weed Science Society of America. Abstracts**, 182. 1988.
- SHIMABUKURO, R.H.; HOFFER, B.L. Metabolism of diclofop-methyl in susceptible and resistant biotypes of *Lolium rigidum*. **Pesticide Biochemistry Physiology**, New York, vol. 39, p. 251-260, 1991.
- SHIMABURO, R.H.; HOFFER, B.L. Effect of diclofop on the membrane potentials of herbicide-resistant and susceptible annual ryegrass root tips. **Plant Physiology**, Rockville, v. 98, p. 1415-1422, 1992.
- SILVA, U.G. **Estratégias de manejo de populações resistentes: Manejo da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* - R/EPHHL – R) resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS**. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AECG, 1999. p. 141-148.
- SINGH, B.K.; SHANER, D.L. Biosynthesis of branched chain amino acids: from teste tub to field. **Plant Cell**, Rockville, v. 7, n.7, p. 935-944, 1995.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Comitê Brasileiro de Resistência de Plantas aos Herbicidas**. Identificação e Manejo de Plantas Daninhas Resistentes aos Herbicidas. Londrina: SBPCPD, 2000. 32p.

SPADOTO, C.A.; LUCHIARI, F. Índice de competitividade de espécies de plantas daninhas com a soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993, Londrina. **Resumos**, Londrina, PR: SBHPD, 1993, p.66.

STALLINGS, G.P.; THILL, D.C.; MALLORY-SMITH, C.A.; SAAFII, B. Pollen-mediated gene flow of sulfonylurea-resistant kochia (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, Champaign, v. 43, n. 1, p.95-102, 1995.

STANNARD, M.E.; FAY, P.K. Selection of alfafa seedling for tolerance to chlorsulfuron, In: WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA ANNUAL MEETING, 61, 1987. **Proceedings**. 1987. p. 45.

STIDHAM, M.A.; SHANER, D.L. Imidazolinone inhibition of acetohidroxyacid synthase in vitro and in vivo. **Pesticide Science**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 335-340, 1990.

STIDHAM, M.A.; SINGH, B.K. Imidazolinone-acetohidroxyacid synthase interations. In: SHANER, D.L.; O' CONNOR, S.L. **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC Press, 1991, p. 71-90.

STREIBIG, J.C. Measurement of phytotoxicity of commercial and unformulated soil-applied herbicides. **Weed Research**, Oxford, v.4, p. 327-332, 1984.

- STREIBIG, J.C.; RUDEMO, M.; JENSEN, J.E. Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C. **Herbicide Bioassays**. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 29-55.
- STREIBIG, J.C.; WALKER, A.; BLAIR, A.M.; ANDERSON-TAYLOR, G.; EAGLE, D.J.; FRIEDLÄNDER, H.; HACKER, E.; IWANZIK, W.; KUDSK, P.; LABHART, C.; LUSCOMBE, B.M.; MADAFIGLIO, G.; NEL, P.C.; PESTEMER, W.; RAHMAN, A.; RETZLAFF, G.; ROLA, J.; STEFANOVIC, L.; STRAATHOF, H.J.M.; THIES, E.P. Variability of bioassays with metsulfuron-methyl in soil. **Weed Research**, European Weed Research Society, v. 35, p. 215-224, 1995.
- SUZUKI, D.T.; GRIFFITHS, A.J.F.; MILLER, J.H.; LEWONTIN, R.C. **Introdução à genética**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 633 p.
- SWEETSER, P.B.; SCHOW, G.S.; HUTCHISON, J.M. Metabolism of chlorsulfuron by plants: biological basis for selectivity of a new herbicide for cereals. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 17, p. 18-23, 1982.
- TARFID, F.J.; HOLTUM, J.A.M.; POWLES, S.B. Occurrence of a herbicide-resistant acetyl-coenzyme A carboxylase mutant in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) selected by sethoxydim. **Planta**, v. 190, p.176-181, 1993.
- THEISEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Ocorrência de resistência cruzada aos herbicidas inibidores de ALS em picão-preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21º, Caxambú, 1997. **Resumos**, Caxambu: SBCPD, 1997. p. 463.

- THILL, D.C. Sulfonylureas and Triazolopyrimidines. In: **Herbicide action**. West Lafayette: Purdue University, Indiana, p. 339-367, 1995_a.
- THIL, D.C. Herbicide resistance in crops and weeds. In: **Herbicide action**. West Lafayette: Purdue University, Indiana, p. 461-470, 1995_b.
- VAL, W.M.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F.S. Convivência da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) com a cultura da soja no Estado do Paraná. **Embrapa-Soja. Resultados de pesquisa 1998**. Londrina, 1999, p.77-78. (Embrapa-Soja. Documentos, 125).
- VAN SANTEN, M.; CERQUEIRA, M.S. Estratégias de manejo de populações resistentes. In: CURSO DE MANEJO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, 2, Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AECG, p. 20-25, 1999.
- VARGAS, L.; BORÉM, A.; SILVA, A.A.; FIRMINO, J.J. Identificação de genótipos de leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) insensíveis ao imazethapyr. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas**, Londrina: v.4, n., p.3, 1998^a.
- VARGAS, L.; BORÉM, A.SILVA, A.A. da; FIRMINO, J.J. Hibridação em leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.). **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas**. Londrina: SBCPD, n.1, v.4, p.4-5. 1998^b.
- VARGAS, L.; FLECK, N.G.; DA CUNHA, M.M.; VIDAL, R.A. Efeito de herbicidas gramicidas, aplicados em pós-emergência, sobre aveia branca, aveia preta e trigo. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 16, n.1, p. 59-66, 1998^c,

VARGAS, I; SILVA, A.A.; BORÉM, A.; SIQUEIRA, J.G.; Resposta de genótipos de leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) a doses crescentes de imazetapyr. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas**. Londrina: SBCPD, v.4, n.1, p.3-4, 1998^d.

VARGAS, I; SILVA, A.A.; BORÉM, A.; SIQUEIRA, J.G.; Resistência cruzada em leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.). **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas**. Londrina: SBCPD, v.4, n.1, p.4, 1998^e.

VARGAS, L.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A; SIQUEIRA, J.G. de Controle de genótipos de leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) resistente e sensível aos inibidores da ALS. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas**. Londrina: SBCPD, n. 2, p. 7, 1998^f.

VARGAS, L.; SILVA, A.A.; BORÉM, A.; REZENDE, S.T.; FERREIRA, F.A.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa, Jard Produções Gráficas L^{tda}, 1999^a. 131 p.

VARGAS, L.; SILVA, A.A. da; BORÉM, A.; DE OLIVEIRA, S.P. Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas, Viçosa, MG:1999^b. 39p.

VELINI, E.D. **Avaliação dos efeitos de comunidades infestantes naturais, controladas por diferentes períodos, sobre o crescimento e produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1989. 153p. (Dissertação - Mestrado).

VELINI E.D. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1, Dourados, 1997. **Resumos**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p. 29-49.

VIDAL, R.A. **Herbicidas**: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: R.A. Vidal, 1997. 165p.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Análise do risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. **Planta Daninha**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 152-161, 1997^a.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Three weed species with confirmed resistance to herbicides in Brazil. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE OF AMERICA, 1997^b. **Abstracts**. p. 100.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; THEISEN, G.; NEVES R.; PETRY, L.A. Picão-preto e leiteira resistentes aos inibidores de ALS não apresentam resistência aos herbicidas com diferentes mecanismos de ação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21º, Caxambu, 1997. **Resumos**. Caxambu: SBCPD, 1997. p. 465.

VIDAL, R.A.; MEROTTO, JR. A. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima Acetolactato sintase. **Planta Daninha**, v.17, n.3, 1999, p.367-373.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; BRIGHENTI, A.M.; VAL, W.M.C.; ADEGAS, F.S. Dinâmica do banco de sementes e a convivência de plantas daninhas das espécies amendoim-bravo, balãozinho e desmodio. **Embrapa-Soja. Resultados de Pesquisa 1998**. Londrina, 1999, p.80-81 (Embrapa-Soja. Documentos 125).

WALKER, K.A; RIDLEY, S.M.; LEWIS, T.; HARWOOD, J.L. Action of ariloxxyphenoxy carboxilic acids on lipid metabolis. **Weed Science**, Champaign, v. 4, p. 71-84, 1989.

WARWICK, S.I. Herbicide resistance in weed plants: physiology and population biology. **Annual Review in Ecology and Systematic**, v. 22, p. 95-144, 1991.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Herbicide handbook. 7 ed. Champaign, WSSA. 352 p. 1994.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide-resistant weeds by year**. Web: <http://www.weedscience.com/byyear.htm>. 1998. 17p.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, **Official WSSA definitions**. Web: <http://www.weedscience.com/paper/definitions.htm>. 1999^a. 1p.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, **Official WSSA definitions**. Disponível na World Wide Web: <http://www.weedscience.com/resistance/Moa.asp>. 1999^b. 2p.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Official WSSA definitions** of “Herbicide Resistance” and “Herbicide Tolerance” 2000. Web: <
[URL:http://www.weedscience.com/paper/definitions.html](http://www.weedscience.com/paper/definitions.html). 1p.

WIEDERHOLT, R.J.; STOLTENBERG, D.E. Cross-resistance of a large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accession to ariloxypheoxypropionate and cyclo hexanedione herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 3, p. 518-524, 1995.

WIEDERHOLT, R.J.; STOLTENBERG, D.E. Similar fitness between large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accessions resistant or susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, n. 1, p. 42-49, 1996^a.

- WIEDERHOLT, R.J.; STOLTENBERG, D.E. Absence of differential fitness between grant (*Setaria faberi*) accessions resistant and susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. **Weed Science**, Champaign, v.44, n.1, p. 18-24, 1996^b.
- WRIGHT, J.P.; SHIMABUKURO, R.H. Effects of diclofop and diclofop-methyl on the membrane potentials of wheat oat coleoptiles. **Plant Physiology**, v.85, p.188-193, 1997.
- WYSE, D.L. Future impact of crops with modified herbicide resistance. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.3, p. 665-668, 1992.
- ZHANG, W.W.; McGIFFEN JR. ME.E.; BECKER, J.; OHR, H.D.; SIMS, J.J.; KALENBACH, R.L. Dose-response of weeds to methyl iodide and methyl bromide. **Weed Research**, v.17, p.181-189, 1997.

ANEXOS

Quadro A₁. Equações de ajuste utilizadas para obtenção dos valores da DL₅₀ e GR₅₀ dos herbicidas chlorimuron ethyl e imazethapyr referentes ao controle e produção de fitomassa verde dos diversos biótipos de *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL) Cosmópolis, SP, 1997/98.

Biótipo	Controle (%)	Fitomassa verde (g)	Fitomassa verde (%)
Chlorimuron-ethyl			
ER 1	$y = 2,6 + 0,048 x$	$y = (0,34 + 0,00109x^{0,33})^{-1}$	$y = 99,71 (e^{-0,000115x})$
ER 2	$y = (7,4 - 6,99 x^{0,006})^{-1}$	$y = 3,01 (0,9997^x)$	$y = 99,32 (e^{-0,000289x})$
ER 3	$y = 76,49 (1 - e^{-0,00082 x})$	$y = 3,11 (0,9997^x)$	$y = 99,32 (0,9997^x)$
ER 4	$y = (6,28 - 5,71 x^{0,0144})^{-1}$	$y = 2,83 (0,9998^x)$	$y = (0,01 + 2,97 \cdot 10^{-5} x^{0,37})^{-1}$
ER 5	$y = (4,58 - 4,18 x^{-0,013})^{-1}$	$y = 3,01 (0,9998^x)$	$y = 99,20 (0,9998^x)$
ER 6	$y = (1,86 - 1,817 x^{0,0013})^{-1}$	$y = (0,31 + 0,08 x^{0,11})^{-1}$	$y = 86,01 (0,998^x)$
ER 7	$y = (9,04 - 8,719 x^{0,0034})^{-1}$	$y = 2,93 (0,9998^x)$	$y = 99,90 (e^{-0,00011x})$
ES 1	$y = 88,18 (1 - e^{-0,095x})$	$y = (0,33 + 0,006 x^{1,64})^{-1}$	$y = 100,06 (0,94^x)$
ES 2	$y = 89,34 (1 - e^{-0,1517x})$	$y = 2,59 (0,88^x)$	$y = 99,85 (0,88^x)$
ES 3	$y = 93,62 (1 - e^{-0,105x})$	$y = 3,05 (0,91^x)$	$y = 99,39 (e^{-0,097x})$
ES 4	$y = 88,90 (1 - e^{-0,139x})$	$y = 2,77 (0,91^x)$	$y = (0,00231x + 0,01)^{-1}$
ES 5	$y = 92,01 (1 - e^{-0,1024x})$	$y = 2,66 (0,91^x)$	$y = 99,47 (e^{-0,098x})$
ES 6	$y = 93,55 (1 - e^{-0,1288x})$	$y = 2,73 (e^{-0,115x})$	$y = 99,69 (0,89^x)$
ES 7	$y = 91,02 (1 - e^{-0,129x})$	$y = 2,54 (e^{-0,13x})$	$y = 99,86 (0,88^x)$
imazethapyr			
ER 1	$y = 2,6 + 0,072 x$	$y = 2,997 (0,9999^x)$	$y = 99,71 (e^{-0,000115x})$
ER 2	$y = (2,871 - 2,44 x^{0,0193})^{-1}$	$y = 3,04 (0,999^x)$	$y = 99,22 (e^{-0,0000293x})$
ER 3	$y = 2,25 + 0,0175 x$	$y = 3,05 (0,99998^x)$	$y = 99,22 (0,99997^x)$
ER 4	$y = (3,78 - 3,29 x^{0,01475})^{-1}$	$y = 2,94 (0,99997^x)$	$y = 99,57 (e^{-0,0000288x})$
ER 5	$y = 2,77 + 0,026 x$	$y = 2,94 (0,9996^x)$	$y = 98,96 (0,9996^x)$
ER 6	$y = (0,68 - 0,633 x^{0,0065})^{-1}$	$y = (0,30 + 0,099 x^{0,16})^{-1}$	$y = 80,05 (e^{-0,00084x})$
ER 7	$y = (0,576 - 0,186 x^{0,144})^{-1}$	$y = 2,82 (e^{-0,000161x})$	$y = 99,78 (e^{-0,0000083x})$
ES 1	$y = 95,97 (1 - e^{-0,0236x})$	$y = 2,92 (e^{-0,0212x})$	$y = 99,88 (e^{0,021x})$
ES 2	$y = 91,86 (1 - e^{-0,0281x})$	$y = 2,48 (e^{-0,2x})$	$y = 99,84 (e^{0,2x})$
ES 3	$y = 93,40 (1 - e^{-0,24x})$	$y = 3,12 (0,98^x)$	$y = 99,85 (e^{-0,2x})$
ES 4	$y = 90,61 (1 - e^{-0,022x})$	$y = 2,94 (0,98^x)$	$y = 99,84 (e^{-0,2x})$
ES 5	$y = 91,92 (1 - e^{-0,0219x})$	$y = 2,86 (e^{-0,2x})$	$y = 99,83 (e^{-0,2x})$
ES 6	$y = 93,39 (1 - e^{-0,24x})$	$y = 2,75 (e^{-0,1797x})$	$y = 99,71 (e^{0,0181x})$
ES 7	$y = 90,94 (1 - e^{-0,0266x})$	$y = 2,59 (0,98^x)$	$y = 99,84 (e^{-0,202x})$

Quadro A₂. Equações de ajuste e valores da LD₅₀, GR₅₀ e FR dos herbicidas chlorimuron ethyl e imazethapyr referentes ao controle e produção de fitomassa verde dos biótipos de *Bidens subalternans* L. Cosmópolis, SP, 1998.

Biótipo	Controle (%)	Fitomassa verde (g)	Fitomassa verde (%)
chlorimuron-ethyl			
BR	$y = 392,26 (1 - e^{-0,00065x})$	$y = 1,92. e^{-0,00065x}$	$y = 99,24. e^{-0,00065x}$
BS	$y = 99,24 (1 - e^{-0,18x})$	$y = 1,93. e^{-0,0549x}$	$y = 96,54. e^{-0,00552x}$
imazethapyr			
BR	$y = 165,92 (1 - e^{-0,000432x})$	$y = 1,28. e^{-0,000366x}$	$y = 98,86. e^{-0,000366x}$
BS	$y = 99,29 (1 - e^{-0,0266x})$	$y = 1,22. e^{-0,00412x}$	$y = 97,48. e^{-0,0091x}$

Quadro A₃. Equações de ajuste e valores da LD₅₀, GR₅₀ e FR dos herbicidas fluazifop-p-butyl e sethoxydim referentes ao controle e produção de fitomassa verde dos biótipos de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. Cosmópolis, SP, 1998

Biótipo	Controle (%)	Fitomassa verde (g)	Fitomassa verde (%)
fluazifop-p-butyl			
BPR	$Y = 2,8437 + 0,0655 x$	$y = 1,7017. e^{-0,0014x}$	$y = 115,74 - 0,14x + 0,0000415x^2$
BPS	$Y = 99,79 (1 - e^{-0,0139x})$	$y = 1,33. 0,9829^x$	$y = 99,97. 0,9831^x$
sethoxydim			
BPR	$Y = 0,5 + 0,00435 x$	$y = 1,5975. 0,9999^x$	$y = 99,7146. e^{-0,00000786x}$
BPS	$Y = 100,08 (1 - e^{-0,0296x})$	$y = 1,01. (-0,020 e^{-0,02x})$	$y = 99,9978. 0,9852^{1/x}$