

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

OSCAR MASSAYUKI YAMAMOTO

ASPECTOS QUE ENVOLVEM A RESISTÊNCIA DA BUVA (*Conyza bonariensis*) AO
HERBICIDA GLYPHOSATE

CURITIBA

2011

OSCAR MASSAYUKI YAMAMOTO

ASPECTOS QUE ENVOLVEM A RESISTÊNCIA DA BUVA (*Conyza bonariensis*) AO
HERBICIDA GLYPHOSATE

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista, no Curso de Especialização em Defesa Sanitária Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Msc. Roberto Natal Dal Molin

CURITIBA

2011

TERMO DE APROVAÇÃO

OSCAR MASSAYUKI YAMAMOTO

ASPECTOS QUE ENVOLVEM A RESISTÊNCIA DA BUVA (*Conyza bonariensis*) AO
HERBICIDA GLYPHOSATE

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista,
no Curso de Especialização em Defesa Sanitária Vegetal, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná pela seguinte banca examinadora:

Mário Nieweglowski Filho
Professor Dr. - Engenheiro Agrônomo
Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo

Adriano Risemberg
Msc. - Engenheiro Agrônomo
Departamento de fiscalização de insumos

Jair Alves Dionísio
Professor Dr. - Engenheiro Agrônomo

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à:

- Rubiane Daniele Cardoso, mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE);
- Tatiane Ferreira da Silva, pós-graduanda em políticas públicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE);
- Mayara Úrsula Oliveira da Silva, graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Paranaense (UNIPAR).

Pela colaboração na elaboração deste trabalho e que de alguma forma, contribuíram durante o curso.

Meus agradecimentos também ao coordenador do curso, Professor Dr. Jair Alves Dionísio, ao orientador Professor Mestre Roberto Natal Dal Molin, aos demais professores, à SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná, à UFPR – Universidade Federal do Paraná, pelo apoio, pela dedicação na realização deste empreendimento, compartilhando experiências, ampliando horizontes, na construção de uma sociedade mais justa e melhor para todos. E a agricultura como parte desta edificação.

Toda grande jornada começa com o primeiro passo (Confúcio, do Chinês: Kung-Fu-Tze – 551 a.C. – 479 a.C.).

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE QUADROS	iii
LISTA DE ANEXOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	5
3.1 PERFIL GEOGRÁFICO DA REGIÃO – NÚCLEO REGIONAL DA SEAB/ TOLEDO.....	5
3.1.1 Clima	7
3.1.2 Solos	8
3.2 PERFIL AGRÍCOLA DA REGIÃO – NÚCLEO REGIONAL DA SEAB/ TOLEDO.....	9
3.3 COMERCIALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS - NÚCLEO REGIONAL DA SEAB /TOLEDO, NO ANO DE 2009.....	10
3.4 COMERCIALIZAÇÃO DE HERBICIDAS - NÚCLEO REGIONAL DA SEAB/TOLEDO NO ANO DE 2009	12
3.5 ASPECTOS LEGAIS DO COMÉRCIO E USO DE AGROTÓXICOS E AFINS ...	13
3.5.1 Resíduos de glyphosate em grãos de soja.....	14
3.5.2 Agrotóxicos ilegais	16
3.5.3 Irregularidade na formulação.....	16
3.5.4 Mistura em tanque.....	17
3.5.5 Deriva de agrotóxico	17

3.6 HERBICIDAS APTOS PARA COMERCIALIZAÇÃO E USO NO ESTADO DO PARANÁ PARA CONTROLE DA BUVA (<i>Conyza Bonariensis</i>)	18
3.7 MODELO MATEMÁTICO LOG-LOGÍSTICO	19
3.8 BUVA (<i>Conyza bonariensis</i>): BIOLOGIA, ANATOMIA E <i>HABITAT</i>	21
3.9 CARACTERIZAÇÃO DO GLYPHOSATE.....	26
3.10 PLANTAS DANINHAS: CONCEITOS, DEFINIÇÕES, CARACTERÍSTICAS, COMPORTAMENTOS	27
3.11 SELETIVIDADE.....	29
3.12 RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS.....	31
3.12.1 Definição	32
3.12.2 Resistência múltipla e resistência cruzada.....	34
3.13 PRIMEIRO CASO DE PLANTA DANINHA RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE: CASO AZEVÉM (<i>Lolium multiflorum</i>).....	36
3.14 CASOS CONFIRMADOS DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE	38
4 DISCUSSÕES	47
4.1 MECANISMO DE AÇÃO DO GLYPHOSATE, MECANISMO DE RESISTÊNCIA DA BUVA (<i>Conyza bonariensis</i>).....	47
4.1.1 Mecanismo de resistência da Buva (<i>Conyza bonariensis</i>)	50
4.2 CONTROLE QUÍMICO ALTERNATIVO	51
4.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO	54
5 CONCLUSÕES	56
6 RECOMENDAÇÕES	57
REFERÊNCIAS	58
ANEXOS	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações climáticas – Toledo/2009	7
Tabela 2 – Informações climáticas – Toledo/2010	7
Tabela 3 – Núcleo Regional de Toledo, produção de grãos, safra 2009/2010.....	10
Tabela 4 - Comercialização de agrotóxicos NR-SEAB /Toledo, 2009.....	11
Tabela 5 - Comercialização de herbicidas sólidos, N.R. SEAB /Toledo, 2009	12
Tabela 6 - Comercialização de herbicidas líquidos, N.R. SEAB /Toledo, 2009.....	12
Tabela 7 – Espécie, origem, identificação e suspeita referente a todas as populações de <i>Conyza canadensis</i> e <i>Conyza bonariensis</i> (dados da pesquisa)	39
Tabela 8 – Concentração de Shikimato em matéria seca (buva)	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Núcleos Regionais da SEAB – Paraná	5
Figura 2 - Fórmula estrutural do glyphosate.....	26
Figura 3 - Controle (%) de <i>Conyza bonariensis</i> suscetível (S) e resistente (R) ao glyphosate, avaliado 14 DAT.....	43
Figura 4 - Controle (%) de <i>Conyza canadensis</i> suscetível (S) e resistente (R) ao glyphosate, avaliado 14 DAT.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados das análises (mg/kg).....	15
Quadro 2 - Formulações comerciais de herbicidas considerados aptos para o comércio e uso no Estado do Paraná, indicados para o controle da Buva	18
Quadro 3 – Resultado da porcentagem de controle	35
Quadro 4 – Fator de resistência dos biótipos analisados	35
Quadro 5 – Os herbicidas e as doses utilizadas nos tratamentos (dados da pesquisa)	40
Quadro 6 - Estimativas dos parâmetros das equações ¹ que descrevem o controle de dois biótipos de <i>Conyza bonariensis</i> com diversas doses de glyphosate, avaliado 14 DAT	45

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – SITUAÇÕES EM QUE A BUVA PODE OCORRER.....	65
ANEXO 2 – TABELA PERIÓDICA DOS HERBICIDAS.....	68
ANEXO 3 – CASOS CONFIRMADOS DE AZEVÉM RESISTENTE AO GLYPHOSATE.....	69
ANEXO 4 – HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA O CONTROLE DA BUVA.....	72

ASPECTOS QUE ENVOLVEM A RESISTÊNCIA DA BUVA (*Conyza bonariensis*) AO HERBICIDA GLYPHOSATE

RESUMO

A Buva é considerada uma planta daninha devido à interferência de forma negativa na cultura da soja. As condições edafoclimáticas da Região de Toledo, o sistema de plantio adotado, as características morfológicas e reprodutivas da espécie, e a grande capacidade de adaptabilidade, resultaram na sua ampla distribuição em ambientes diversos – áreas agrícolas e não agrícolas. Neste contexto, o glyphosate foi intensivamente utilizado por vários anos no controle das diversas plantas daninhas. No entanto, nos últimos anos, os agricultores têm encontrado dificuldade em controlar esta invasora com este herbicida, caracterizando o fenômeno da resistência. Este produto químico, tem sido considerado pelos estudiosos como de baixa probabilidade em desenvolver resistência em plantas daninhas. Porém, pesquisas baseadas em experimentos confirmam a ocorrência de populações com predominância de biótipos resistentes na espécie *Conyza bonariensis*, em pomares de laranja no Estado de São Paulo, em pomares de maçã no Rio Grande do Sul e em áreas agrícolas de soja no Estado do Paraná. Nesse sentido, neste trabalho estão descritos alguns aspectos que envolvem o fenômeno da resistência da Buva ao glyphosate. Diversas alternativas de controle químico de vários trabalhos de pesquisadores estão citadas.

Palavras-chave: Buva; Glyphosate; Resistência; EPSPS; Toledo

ASPECTS WHICH INVOLVE THE *BUVA* RESISTANCE (*Conyza bonariensis*) TO THE GLYPHOSATE HERBICIDE

ABSTRACT

Buva is considered a weedy plant due to the interference of negative way in the soya culture. The edaphoclimatic conditions of Toledo region, the adopted planting system, the morphological and reproductive characteristics of the specie and the high possibility of adaptability resulted in its wide distribution in several environments – agricultural and non agricultural areas. In this context, the glyphosate was intensively used during many years in the control of weedy plants. However, the farmers have found difficulties in controlling this invasive plant with this herbicide, giving characteristics of the resistance phenomenon. This chemical product has been considered poor probability by the researchers in developing resistance in weedy plants. However, researches based in experiences confirm the occurrence of populations with predominance of resistant biotypes in the specie *Conyza bonariensis*, in orange orchards in state of São Paulo, in apple orchards in Rio Grande do Sul State and in soya agricultural areas in Parana State. Thus, in this work are descript some aspects which involve *Buva* resistance phenomenon to the glyphosate. Several alternatives of chemical control of various researchers' works are cited.

Key words: Buva; Glyphosate; Resistance; EPSPS; Toledo.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) é de grande importância econômica para a região NR-SEAB/Toledo. Estabelece-se no período da safra de verão que se inicia no mês de setembro/outubro e termina em fevereiro/março, ocupa mais de 90% da área destinada às culturas anuais. Na safra 2009/2010, representou 453.670 ha, resultando em uma produção de 1.570.344 toneladas de grãos (DERAL/SEAB, 2010).

O agronegócio da soja envolve diversos setores da economia, tais como: agricultores, meios de transporte, comércio de insumos, cooperativas, empresas cerealistas, entidades públicas, instituições de ensino e pesquisa.

A soja, na forma de grãos ou farelo, é utilizada como matéria-prima na indústria de óleo e ração, mas grande parte é destinada a outras regiões do país, assim como para o mercado externo.

O sistema de plantio convencional, muito utilizado em anos passados, consiste no preparo do solo com implementos agrícolas (arado, grade) envolvendo o revolvimento do solo, acarretando a incorporação da vegetação e o banco de sementes da camada superficial para a camada mais profunda do solo. Neste sistema, a prática da aplicação de herbicida muito utilizado era o pré-plantio incorporado. A combinação do herbicida a base de Trifluralina (Teflan da ELANCO) e o Metribuzin (Sencor da BAYER ou Lexone da DU PONT) era amplamente difundida em áreas de cultivo da soja, e muito eficiente no controle do capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*). No entanto, este sistema favoreceu o processo erosivo do solo e o seu empobrecimento, sendo que, a matéria orgânica foi a mais afetada. Ideias conservacionistas foram amplamente difundidas no meio agrícola pelos setores do agronegócio, instituições públicas e privadas, assistência técnica, cooperativas. E o sistema de plantio direto foi adotado pelos agricultores.

Neste sentido, a prática da dessecação de áreas com herbicidas e posterior a semeadura da soja, foi muito utilizada pelos agricultores da região. Entre os vários benefícios do sistema, a redução do potencial erosivo é considerado como o principal.

Na cultura da soja a atividade agrícola é altamente tecnificada e mecanizada. Mesmo nas pequenas propriedades a prática da semeadura,

adubação, aplicação de agrotóxicos, a colheita são realizadas por meios mecânicos, e o controle de plantas daninhas é realizado basicamente pelo método químico. Neste contexto, o herbicida glyphosate passa a ser a principal ferramenta no controle das invasoras.

No entanto, nos últimos anos, os agricultores têm encontrado dificuldade no controle da espécie Buva com este herbicida, gerando a suspeita da espécie ter desenvolvido o fenômeno da resistência.

O presente trabalho tem por objetivo realizar revisão bibliográfica visando descrever aspectos que envolvem o fenômeno da resistência da planta daninha Buva (*Conyza bonariensis*) ao herbicida glyphosate, com base em estudos e conceitos extraídos de pesquisas de diversos autores.

Os objetivos específicos a serem desenvolvidos no trabalho, a seguir: Identificar os mecanismos básicos de resistência da Buva com base nos estudos e conceitos definidos pelos autores estudados; Comprovar a existência da resistência da Buva ao herbicida glyphosate, em território brasileiro e paranaense, por meio das pesquisas realizadas pelos autores estudados; Identificar os procedimentos recomendados pelos autores estudados, que visem eliminar ou minimizar os riscos de resistências.

Foram acrescentadas informações e dados obtidos dos agricultores, assistência técnica da região do NR/SEAB-Toledo.

Justifica-se o fato de que o uso indevido do agrotóxico/herbicida, pode causar além de problemas de resíduos em produtos vegetais como a soja, problemas ambientais, e o desenvolvimento de populações de plantas daninhas resistentes.

A finalidade principal é contribuir no uso racional deste produto químico no manejo adequado desta planta daninha Buva, principalmente em áreas agrícolas para o plantio da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho de revisão bibliográfica, estão descritos e discutidos aspectos da resistência da espécie daninha Buva (*Conyza bonariensis*) ao herbicida glyphosate, com base em estudos de diversos pesquisadores e acréscimo de dados e informações da região do núcleo regional da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná (NR/SEAB – Toledo).

Perfil geográfico e agrícola da região, considerados dados secundários, não estão diretamente ligados ao fenômeno da resistência, mas são aspectos que influenciaram a adoção da cultura da soja e a disseminação desta espécie de planta daninha. As duas espécies encontram condições climáticas apropriadas ao seu desenvolvimento.

Constam no trabalho, estudos de diversos autores como Lazaroto (2007), Procópio (2003), Vidal (2007) e Ritter e Baptista (2005), em que caracterizam a anatomia das folhas da buva que influencia a eficiência dos herbicidas. Relatam a espécie como agressiva, que produz sementes pequenas e leves facilmente levadas pelo vento. Tem alta adaptabilidade em diversos ambientes.

Esta pesquisa apresenta dados essenciais extraídos e adaptados da Relação Trimestral de Comercialização de Agrotóxicos da região NR/SEAB – Toledo (DEFIS/SEAB, 2009), em que se observa as quantidades de herbicidas comercializadas conforme o grupo químico e o tipo de formulação.

Os herbicidas recomendados para o controle da Buva, estão no cadastro de agrotóxicos da SEAB, recomendações estas feitas pelos próprios fabricantes (Bula do produto).

Sendo os agrotóxicos, incluindo os herbicidas, produtos de alta periculosidade, justifica-se as legislações pertinentes ao comércio e uso desses produtos químicos.

Os principais aspectos das legislações federais e estaduais, retirados da Coletânea da legislação da SEAB, foram citados na pesquisa conforme as situações.

Diversos conceitos de plantas daninhas foram citados, e a maioria dos autores conceitua no aspecto econômico, como por exemplo o conceito designado por Fontes (2006, p. 9): “planta daninha é qualquer espécie vegetal que, de alguma forma, interfere negativamente em alguma atividade humana”.

Na relação planta daninha *versus* herbicida, é importante que se diferencie os conceitos de resistência e tolerância, os quatro casos de Buva resistente ao glyphosate e o caso do azevém resistente ao mesmo herbicida exemplifica de forma prática esta conceituação. E o conceito de tolerância pode ser entendido, de uma maneira prática, com o experimento conduzido por Tuffi Santos et al. (2004), em que compara duas espécies de trapoeraba (*Commelina bengalensis* e *Commelina diffusa*) em relação ao tratamento com herbicida glyphosate.

Herbicidas alternativos recomendados por diversos autores, para o controle de populações resistentes de Buva são citadas como uma das medidas possíveis de serem adotadas.

Nas abordagens das definições de herbicidas seletivos e não seletivos, estão descritas as formulações comerciais de Roundup Original (glyphosate), Aminol 806 (2, 4 – D), Classic (Clorimuron etílico) conforme as recomendações do fabricante (Bula do produto).

De acordo com Kissmann (1996), um herbicida seletivo seria um produto o qual uma cultura é tolerante e determinada planta daninha é suscetível.

Experimentos conduzidos por pesquisadores como Ferreira (2008) e Cardinali (2009), atribuem à translocação diferencial sendo o mecanismo de resistência envolvido, comparando os biótipos resistentes (R) e suscetível (S) da espécie *Conyza bonariensis* em relação ao tratamento com o herbicida glyphosate.

3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 PERFIL GEOGRÁFICO DA REGIÃO – NÚCLEO REGIONAL DA SEAB/TOLEDO

A região do núcleo regional da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná – SEAB é constituída de vinte municípios (Figura 1), que são os seguintes: Formosa do Oeste, Iracema do Oeste, Jesuítas, Tupãssi, Guaíra, Terra Roxa, Entre Rios do Oeste, Marechal Cândido Rondon, Mercedes, Pato Bragado, Quatro Pontes, Palotina, Santa Helena, São José das Palmeiras, Ouro Verde do Oeste, São Pedro do Iguazu, Toledo, Maripá, Nova Santa Rosa e Assis Chateaubriand (SEAB/PR, 2010).

Figura 1 – Núcleos Regionais da SEAB - Paraná



Fonte: SEAB (2010).

Localização geográfica – Na mesorregião oeste paranaense, em grande parte margeando o Lago de Itaipu (Rio Paraná) e o Rio Piquiri. Os dados a seguir têm como fonte o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008).

Altitude (m) – pontos principais:

- Toledo → 550 m
- Assis Chateaubriand → 440 m
- Santa Helena → 258 m
- Guaira → 220 m
- Palotina → 335 m

Localização – pontos principais:

- Toledo → Latitude $24^{\circ} 42' 50''$ s
→ Longitude $53^{\circ} 44' 34''$ w
- Assis Chateaubriand → Latitude $24^{\circ} 20' 00''$ s
→ Longitude $53^{\circ} 29' 00''$ w
- Santa Helena → Latitude $24^{\circ} 51' 37''$ s
→ Longitude $54^{\circ} 19' 58''$ w
- Guaíra → Latitude $24^{\circ} 04' 48''$ s
→ Longitude $54^{\circ} 15' 21''$ w
- Palotina → Latitude $24^{\circ} 12' 00''$ s
→ Longitude $53^{\circ} 50' 30''$ w

É uma região com topografia levemente ondulada na maior parte da área, porém, os municípios de Ouro Verde do Oeste, São Pedro do Iguazu e São José das Palmeiras apresentam terrenos com declividade mais acentuada.

A parte que margeia o Lago de Itaipu, entre Guaira e Santa Helena, é a parte mais baixa com altitude que varia de 220 m à 258 m.

A declividade do terreno influencia na operação das máquinas e implementos agrícolas, nas diversas práticas agrícolas, como semeadura, pulverizações com agrotóxicos, colheita, transporte e até mesmo no processo de erosão favorecendo o empobrecimento do solo.

3.1.1 Clima

A região é de clima sub-tropical, com verões quentes e inverno ameno ou frio, com possibilidade de ocorrência de geadas no período compreendido entre o final do mês de maio ao início do mês de setembro.

Tabela 1 – Informações climáticas – Toledo/2009

Mês		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano 2009
Precipitação pluviométrica (mm)		217	177	74	38	267	161	166	108	230	352	146	227	2.163
Temperatura °C	Máx.	32,6	33,6	34,5	32,3	27,8	20,7	21,4	21,2	26,8	29,9	34,6	34,7	
	Mín.	17,9	19,7	19,5	17,0	14,5	9,0	10,1	16,0	13,4	15,8	18,8	20,5	
Umidade relativa		83,5	82,4	67,5	68,1	81,0	80,0	79,5	68,5	79,5	77,2	81,1	82,7	

Fonte: I.riedi & Cia. Ltda. Toledo/PR (2010)

Tabela 2 – Informações climáticas – Toledo/2010

Mês		Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano 2010
Precipitação pluviométrica (mm)		215	248	171	217	95	26,5	131	10	102	246	124	398	1.983
Temperatura °C	Máx.	30	31	31	28	23	23	24	25	27	26	28	29	
	Mín.	20	20	20	18	15	14	13	13	15	16	17	20	

Fonte: Coamo Agroindustrial Cooperativa Toledo/PR (2010)

Pode-se inferir que houve variação da precipitação entre os anos na Região. No entanto, a Tabela 1 explora os meses do ano de 2009, com informações obtidas na empresa I.riedi & Cia. Ltda. (2010), e a Tabela 2 explora os meses do ano de 2010, com informações obtidas na empresa Coamo Agroindustrial Cooperativa (2010). Comparando-se o mês de agosto de 2009 a precipitação foi de 108 mm, enquanto que no mesmo período de 2010, o índice foi de 10 mm. Já no período de 20 de julho de 2009 a 20 de setembro de 2009, a precipitação pluviométrica foi de 303 mm, e no mesmo período de 2010 foi de apenas 38 mm.

Tais dados indicam uma diferença climática bem acentuada no curto espaço de tempo de um ano. A ocorrência ou não de chuvas neste período afeta o

planejamento do manejo de plantas daninhas na cultura de verão (soja). A quantidade e a distribuição da precipitação pluviométrica afeta as atividades agrícolas nas diversas formas, como: tipo de cultura, época da semeadura, manejo das plantas daninhas e colheita.

3.1.2 Solos

São os solos que caracterizam a Região. Segundo a classificação da Lima et al. (2007), existem os seguintes tipos de solos na Região que abrange o Núcleo Regional de Toledo da SEAB:

- LV ef₁ → Latossolos vermelhos eutroféricos;
- NV ef₂ → Nitossolos vermelhos eutroféricos;
- RL e₁₂ → Neossolos litólicos eutróficos;
- PV e₁, PV e₂, PV e₃ → Argissolos vermelhos eutróficos.

Latossolos – são os solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo, ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura. Suas características, tais como: boa profundidade, relevo quase plano, ausência de pedras, soltos, boa drenagem e permeabilidade fazem com que sejam os solos mais utilizados na produção rural.

Nitossolos – são os solos com 350 g/kg ou mais de argila, inclusive no horizonte A, constituídos por material mineral que apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A. O horizonte nítico apresenta atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150 cm da superfície do solo. No Paraná, são em sua maioria, de alta fertilidade. Em outras regiões podem ser muito pobres, porém, quando devidamente corrigidos e fertilizados são muito produtivos.

Neossolos – são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Como principais obstáculos ao uso podem ser citados o relevo declivoso, pouca espessura e presença de pedras. Podem ser de baixa ou alta fertilidade. Quando férteis são muito utilizados. No caso de baixa

fertilidade e relevos inclinados, os solos devem ser reservados para preservação da flora e fauna.

Argissolos – são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. Dependendo da rocha de origem, podem ser férteis ou pobres.

A declividade é o componente do relevo que mais influência o processo de erosão do solo pela água da chuva; e também o de maior peso na definição dos sistemas de manejo e das medidas de conservação do solo e da água a serem propostas. Não se deve diminuir a influência de outros fatores, como o comprimento e a forma do declive (LIMA et al., 2006).

3.2 PERFIL AGRÍCOLA DA REGIÃO – NÚCLEO REGIONAL DA SEAB/TOLEDO

A região do Núcleo Regional da SEAB – Toledo é caracterizado basicamente pela atividade agropecuária. No setor agrícola, além da soja, do milho e do trigo, outras culturas têm importância econômica e promovem a geração de empregos e riquezas, tais como: mandioca, feijão, amendoim. Na fruticultura a produção da uva, tanto de mesa quanto para produção de vinhos tem se destacado nos últimos anos. No período de safra de verão, a cultura da soja ocupa mais de 90% da área de plantio, sendo a principal atividade.

A cultura da soja representa a mais importante atividade agrícola da região, e está inserida em diversos âmbitos: comércio, indústria, campo, universidade, mercado de trabalho.

Já na década de 1970, a cultura da soja ocupava grandes áreas, seguida pela cultura do trigo no inverno formando o binômio trigo/soja. No entanto, em função da política agrícola, do custo de produção, da concorrência com outras regiões produtivas (Argentina), como também devido ao risco de perda de produção no campo no caso de ocorrência de geadas no período crítico da cultura e chuvas na fase de colheita, a cultura do trigo foi substituída pela cultura do milho safrinha.

O modelo agrícola implantado na Região, altamente mecanizado, tecnificado, intensivo, utiliza grandes quantidades de insumos: fertilizantes e agrotóxicos. As áreas agrícolas são exploradas basicamente por três culturas: soja, milho e trigo (Tabela 3). Na safra de 2009/2010, foram produzidas 1.570.344 toneladas de grãos de soja na região, em uma área de 453.670 hectares. A produtividade regional foi de 3.461 kg/ha, sendo superior a média do Estado do Paraná como um todo, que foi de 3.182 kg/ha (DERAL, 2009/1010).

Tabela 3 – Núcleo Regional de Toledo, produção de grãos, safra 2009/2010

Cultura		
Milho normal	Área (ha)	24.020
	Produção (t)	210.093
	Produtividade (kg/ha)	8.747
Soja normal	Área (ha)	453.670
	Produção (t)	1.570.344
	Produtividade (kg/ha)	3.461
Milho safrinha	Área (ha)	308.230
	Produção (t)	1.525.508
	Produtividade (kg/ha)	4.949
Trigo	Área (ha)	94.220
	Produção (t)	265.800
	Produtividade (kg/ha)	2.821

Fonte: SEAB/DERAL (2009/2010)

3.3 COMERCIALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS - NÚCLEO REGIONAL DA SEAB /TOLEDO, NO ANO DE 2009

O modelo agrícola de produção estabelecido na região, com uma agricultura altamente mecanizada, tecnificada, intensiva, resulta no uso intensivo de insumos considerados modernos, inclusive os herbicidas.

Tabela 4 - Comercialização de agrotóxicos NR-SEAB /Toledo, 2009

Classe de uso	Formulação	
	Sólido (Kg)	Líquido (L)
Acaricida	-	6.281,00
Inseticida	93.790,20	1.911.996,90
Fungicida	16.230,60	472.483,86
Herbicida	439.920,24	5.652.443,40
Total	549.941,04	8.043.205,10

Fonte: Dados adaptados do Trimestral de comercialização de agrotóxicos – SEAB/Departamento de Fiscalização e Defesa agropecuária – PR.

No ano de 2009 a comercialização de agrotóxicos (Herbicidas, Inseticidas, Fungicidas, Acaricidas) que é comercializado com duas formulações, sólida e líquida, na região, foi de 8.043.205,1 (L) na formulação líquida, e de 549.941,04 (Kg) na formulação sólida. Neste mesmo período (2009), foram comercializados 1.137.491,30 (L) de adjuvantes (SEAB/Departamento de Fiscalização e Defesa agropecuária – PR, 2009).

Os herbicidas representavam 79,99% do total na formulação sólida e de 70,27% do total na formulação líquida, em que se observa a predominância deste agrotóxico (herbicida) quanto a classe de uso, sobre os demais (inseticidas, acaricida, fungicida) (Tabela 4).

3.4 COMERCIALIZAÇÃO DE HERBICIDAS - NÚCLEO REGIONAL DA SEAB/TOLEDO NO ANO DE 2009

- a) Na formulação sólida, são 30 (trinta) produtos comerciais apresentando um total de 439.920,24 (kg). Sendo os cinco de maior peso apresentados na Tabela abaixo.

Tabela 5 - Comercialização de herbicidas sólidos, N.R. SEAB /Toledo, 2009

Grupo químico	Ingrediente ativo	Quantidade (Kg)
1. Glicina substituída	Glyphosate	370.631,00
2. Sulfonil uréia	Metsulfuron Metil	362,16
	Clorimurom Etilico	15.777,60
	Iodosulfuron Metílico	347,8
3. Triazina	Prometrina	600,00
	Atrazina	27.625,00
4. Triazinona + Uréia	Hexazinona + Diuron	9.110,00
5. Ciclohexeno dicarboximida	Flumioxazina	13.108,20

Fonte: Dados adaptados do Trimestral de comercialização de agrotóxicos – SEAB/Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária – PR.

b) Na formulação líquida, são 102 (cento e dois) produtos comerciais apresentando um volume de 5.652.443,4 (L). Sendo os cinco de maior volume apresentados na Tabela abaixo.

Tabela 6 - Comercialização de herbicidas líquidos, N.R. SEAB /Toledo, 2009

Grupo químico	Ingrediente ativo	Quantidade (L)
1- Glicina substituída	Glifosato	3.126.628,0
2- Triazina	Ametrina	1.135,0
	Atrazina	976.826,0
	Cianazina	24,5
3- Ácido aril oxialcanóico	2,4 D sal dimetil amina	480.252,7
4- Bipiridílio	Dicloreto de paraquat	343.052,0
	Diuron	43.149,0
5- Bipiridílio + Uréia	Dicloreto de Paraquat + Diuron	252.578,0

Fonte: Dados adaptados do Trimestral de comercialização de agrotóxicos – SEAB/Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária – PR.

Podemos observar que o herbicida glyphosate do grupo químico da glicina substituída representa 55,31% do total de herbicidas na formulação líquida e de 84,24% na formulação sólida.

Pelos dados apresentados, observa-se a grande predominância desse herbicida glyphosate sobre os demais.

3.5 ASPECTOS LEGAIS DO COMÉRCIO E USO DE AGROTÓXICOS E AFINS

Os herbicidas, assim como outros agrotóxicos utilizados na produção agrícola, são produtos potencialmente perigosos à saúde humana tanto aos trabalhadores rurais que fazem a aplicação nas lavouras com equipamentos de pulverização, muitas vezes de forma inadequada, sem uso de equipamentos de proteção individual (EPI) ou equipamentos mal conservados, como também aos consumidores de produtos agrícolas com resíduos de agroquímicos. E ainda são perigosos ao meio ambiente, podendo contaminar o solo, a água, bem como afetar negativamente a biodiversidade.

Sendo assim, é de interesse comum, a todos os envolvidos no agronegócio, agricultores, comerciantes, profissionais da assistência técnica, bem como consumidores, participantes do sistema na ponta do consumo, tratar a questão dos agrotóxicos de forma racional, visando à sustentabilidade da agricultura em longo prazo.

Justificam-se com isso a criação das legislações pertinentes a questão (SEAB/DEFIS/PR, 1997).

A comercialização, o transporte, o armazenamento e a utilização de agrotóxicos como os herbicidas, são regidas pela Legislação Federal, Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e seu regulamento aprovado pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, e pela Legislação Estadual, Lei nº 7.827 de 29 de dezembro de 1983 e seu regulamento aprovado pelo Decreto Estadual nº 3.876 de 20 de setembro de 1984, e as demais resoluções e portarias estaduais e federais, e outras legislações específicas.

O Art. 71, do Decreto Federal nº 4.074/02, dispõe a respeito da Inspeção e Fiscalização dos agrotóxicos, seus componentes e afins e atribui ao Estado o poder

de fiscalização do comércio, transporte, armazenamento e da utilização destes produtos químicos.

No Estado do Paraná, a SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento – assume esta função, visando principalmente racionalizar o uso de agrotóxicos no campo, com intuito de disponibilizar produtos agrícolas de melhor qualidade aos consumidores, como também, minimizar o impacto ambiental decorrente da utilização indevida destes produtos químicos.

Nas ações de Defesa Agropecuária, inspeções e fiscalizações são efetuadas em propriedades rurais, estabelecimentos comerciais e depósitos de agrotóxicos. Nesse sentido, são verificadas o registro e a procedência desses produtos químicos por meio de documentos comprobatórios (Nota Fiscal) e que deve constar no cadastro do DEFIS – Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária (SEAB – PR) (Art. 9º e Art. 1º da Lei Estadual nº 7.827/83).

O SIAGRO – Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Estado do Paraná (Decreto nº 6.107 de 26 de janeiro de 2010), permite a formação de um banco de dados sobre o comércio e o uso de agrotóxicos, envolvendo o comerciante, o profissional e o agricultor, possibilitando a avaliação das informações, tornando a fiscalização por parte do DEFIS/SEAB mais eficaz.

A Receita Agronômica, que é um instrumento que formaliza a assistência técnica prestada ao agricultor pelo Técnico responsável, legalmente habilitado pelo o CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná, deve retratar a realidade do campo por meio do diagnóstico que deve ser específico (Art. 64 e Art. 66, do Decreto Federal nº 4.074/02).

3.5.1 Resíduos de glyphosate em grãos de soja

O glyphosate, autorizado para o uso agrícola na cultura da soja - na modalidade de aplicação em pós-emergência das plantas daninhas e pré-emergência da cultura da soja, o intervalo de segurança é não determinado; para a cultura de soja geneticamente modificada, aplicação em pós-emergência das plantas daninhas e da soja, o intervalo de segurança é de 56 dias. E no caso da dessecação da cultura de soja antes da colheita, o intervalo de segurança é de 7 dias. O índice

limite máximo de resíduo (LMR) que indica a presença de resíduos aceitável (glyphosate) nos grãos é de 10,0 mg/kg (ANVISA, 2010).

Numa ação fiscalizadora quanto ao uso correto de agrotóxicos e com o objetivo de verificar a presença de resíduo do ingrediente ativo glyphosate, amostras de grãos de soja foram coletadas (SEAB/Defis).

As amostras A e B se referem às amostragens feitas em propriedades rurais no município de Guaíra, no ano de 2006. As amostras C e D se referem às amostragens feitas em armazenagem de empresas, no município de Toledo, no ano de 2007 (Quadro 1).

Quadro 1 – Resultados das análises (mg/kg)

Princípio ativo	Amostras				Limite de quantificação
	A	B	C	D	
Glifosato	8,79	1,11	32,88	26,19	0,20
Ampa	7,78	1,11	9,33	7,05	0,20
Certificado	95773	95772	110028	110029	
Termo	01 MA/06	02 MA/06	07 – ACD	08 MA/07	

Fonte: SEAB/Defis (2006, 2007)

- As análises foram feitas no CEPPA – centro de pesquisa e processamento de alimentos na Universidade Federal do Paraná – UFPR.

- De acordo com a definição de resíduo de agrotóxico (ART. 1º, item XLIV do decreto Nº 4.074/02) os metabólitos também devem ser considerados nos resultados das análises. Portanto, glifosato e AMPA devem ser somados quando em análise comparativa com o limite de 10 mg/kg, para avaliar a irregularidade.

Devido ao número reduzido de amostras analisadas, estatisticamente não é representativa de uma situação, mas essa constatação de resíduo de herbicida glyphosate em grãos de soja indica o uso abusivo e indiscriminado desse agrotóxico.

É evidente cada vez mais a discussão a respeito da questão dos resíduos de agrotóxico nos alimentos, na medida em que os consumidores exigem alimentos de melhor qualidade.

É importante considerar a responsabilidade do fabricante do produto, dos órgãos oficiais competentes na fiscalização, dos produtores rurais, na aplicação dos agrotóxicos com devidos cuidados.

3.5.2 Agrotóxicos ilegais

A fiscalização integrada contra os agrotóxicos ilegais na região oeste do Paraná, NR/SEAB – Toledo, no período de 15 à 19/05/2006, com a participação de diversas entidades - Polícia Federal, Receita Federal, Polícia Rodoviária Federal e Estadual, IBAMA, Ministério da Agricultura, Polícia Militar, Força Verde, SEAB/PR, IAP/PR – resultou em 329 embalagens apreendidas e 24 autos de infração (IAP, 2006).

Os dados e as informações das apreensões de embalagens de agrotóxicos ilegais (Paraguai) foram, em sua maioria, herbicidas (Clorimuron etílico, Metsulfurom metílico).

Os agrotóxicos ilegais (contrabandeados, falsificados) representam riscos a saúde do consumidor e ao trabalhador que manipula esses produtos químicos, pelo desconhecimento da composição, componentes de procedência duvidosa.

O Art. 8º do Decreto Federal nº 4.074/02, dispõe a respeito do registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins nos órgãos federais competentes nas áreas da agricultura, saúde e meio ambiente para serem comercializados, transportados, armazenados e utilizados.

3.5.3 Irregularidade na formulação

Podemos citar dois casos onde foram constatados algumas irregularidades em formulações, o primeiro foi a constatação de irregularidade na formulação do produto TROP, na empresa fabricante Milênia a ANVISA – agência nacional de vigilância sanitária, procedeu a suspensão da comercialização.

O segundo em fiscalização em depósitos de agrotóxicos de revendedoras de insumos, nos municípios de: Entre Rios do Oeste, Pato Bragado, Santa Helena, Palotina, Marechal Cândido Rondon, efetuou-se a interdição de 45.870 litros do produto TROP, um herbicida com o ingrediente ativo glyphosate.

3.5.4 Mistura em tanque

Mistura em tanque de produtos comerciais deve seguir as orientações técnicas contidas nas bulas dos fabricantes.

É permitido a mistura de componentes como parte integrante da formulação do produto. Como o herbicida Alteza 30 SL, que possui na sua composição Imazetapir e Glyphosate (BASF).

Quando o herbicida glyphosate, de característica sistêmica é aplicado em associação com um outro herbicida de contato, esta interação interfere de forma negativa na absorção e na translocação do glyphosate. É o efeito antagônico em que o efeito da mistura é menor que a soma dos efeitos quando aplicados isoladamente (SILVA et al., 2007).

3.5.5 Deriva de agrotóxico

Na atividade agrícola, a aplicação de agrotóxicos de forma correta demonstra o compromisso do agricultor em respeitar as relações de boa vizinhança na comunidade. Com esta responsabilidade social, aumenta a possibilidade da produção agrícola diversificada, que é a base do desenvolvimento de uma sociedade.

A Resolução nº 22/85 – SEIN no item 7, diz respeito à distância de aplicação de agrotóxicos e biocidas em relação as moradias, mananciais de água, agrupamento de animais e culturas suscetíveis a danos, nas diversas formas de aplicações: pulverização aérea, pulverização tratorizada com barras e equipamentos costais.

Em algumas das situações, não é permitido a aplicação de agrotóxicos em situações de vento que leve resíduo às áreas adjacentes, causando danos.

Na região, o problema da deriva de agrotóxico se refere, principalmente, à aplicação do herbicida com ingrediente ativo 2, 4 – D, em função da má utilização do produto, sem os devidos cuidados, em que os resíduos atingem culturas sensíveis (uva e tomate), causando danos.

3.6 HERBICIDAS APTOS PARA COMERCIALIZAÇÃO E USO NO ESTADO DO PARANÁ PARA CONTROLE DA BUVA (*Conyza bonariensis*)

A seguir são apresentadas as formulações comerciais de herbicidas considerados aptos para o comércio e uso no Estado do Paraná (Quadro 2), e que de alguma forma consta na bula do produto (fabricante) indicações para o controle da Buva (*Conyza bonariensis*).

Observa-se que a lei federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, dispõe sobre a comercialização e a utilização destes produtos. E o artigo 3º da mesma lei trata do registro destes agrotóxicos nos órgãos federais competentes.

Quadro 2 - Formulações comerciais de herbicidas considerados aptos para o comércio e uso no Estado do Paraná, indicados para o controle da Buva

Marca comercial	Classe de uso	Unid.	Conc. l. A.	Registro	Empresa registrante	Classe Toxic.	Ingrediente ativo	Grupo químico
ALTEZA	H	L	30+240	004298	BASF	III	IMAZETAPIR+ GLIFOSATO	IMIDAZOLINONA+GLICINA SUBSTITUÍDA
AMPLO	H	L	600+28	0508	BASF	I	BENTAZONA+ IMAZAMOXI	BENZOTIADIAZINA+ IMIDAZOLINONA
ARENA	H	L	114+447	016407	CROSS LINK	I	PICLORAM+ 2,4-D	ÁCIDO PIRIDINOCARBOXÍLICO+ ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
BRION	H	L	806	11708	MATSUDA	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
BRATT	H	L	806	06908	BRA	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
CAPUT	H	KG	250	06407	DU PONT	III	CLORIMURON ETÍLICO	SULFONILUREIA
CENTION SC	H	L	500	00688304	LANXESS	III	DIURON	URÉIA
CHOPPER FLORESTAL	H	L	266,3	006404	BASF	III	IMAZAPIR	IMIDAZOLINONA
CLASSIC	H	KG	250	938801	DU PONT	III	CLORIMURON ETÍLICO	SULFONILURÉIA
DEZ	H	L	806	05009	DVA AGRO	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
DIRECT	H	KG	720	006199	MONSANTO	IV	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
FINALE	H	L	200	000691	BAYER	I	GLUFOSINATO-SAL DE AMÔNIO	HOMOALANINA SUBSTITUÍDA
FLUMYZIN 500	H	KG	500	007095	SUMITOMO	III	FLUMIOXAZINA	CICLOHEXENODICARBOXÍMIDA
GALOP	H	L	114,76+ 447,22	009707	MILÊNIA	I	PICLORAM+ 2,4-D	ÁCIDOPIRIDINOCARBOXÍLICO+ ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
GARBOR	H	KG	250	06507	DU PONT	III	CLORIMURON ETÍLICO	SULFONILUREIA
GLIFOSATO NOROX	H	L	480	030783-94	NOROX	IV	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
GLI-UP 480	H	L	480	013507	CROPCHEM	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA

SL								
GLYPHOTAL	H	g/L	480	010406	CCAB	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
GRANT	H	L	806	07508	BRA	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
NAVAJO	H	KG	970	001903	NUFARM	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
POLARIS	H	L	480	005401	DU PONT	IV	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
PREN-D 806	H	L	806	15808	PRENTISS	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
RADAR	H	L	480	001401	MONSANTO	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
RADAR WG	H	KG	792,5	007799	MONSANTO	IV	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
ROUNDUP ORIGINAL	H	L	480	008987-93	MONSANTO	IV	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
ROUNDUP TRANSORB	H	L	648	004299	MONSANTO	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
ROUNDUP WG	H	KG	720	002094	MONSANTO	IV	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
RUSTLER	H	L	480	005301	MONSANTO	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
STINGER	H	L	480	005201	MONSANTO	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
TOUCHDOWN	H	L	620	004201	SYNGENTA	III	GLIFOSATO-SAL POTÁSSIO	GLICINA SUBSTITUÍDA
TUPAN	H	L	480	014007	CROPChem	III	GLIFOSATO	GLICINA SUBSTITUÍDA
TURUNA	H	L	114+447	014207	CROSS LINK	I	PICLORAM+ 2,4-D	ÁCIDO PIRIDINOCARBOXILICO + ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
U-46 BR	H	L	806	001803	NUFARM	I	2,4-D	ÁCIDO ARILOXIALCANÓICO
ZAPP QI 620	H	L	620	12908	SYNGENTA	III	GLIFOSATO-SAL POTÁSSIO	GLICINA SUBSTITUÍDA

Fonte: Lista dos agrotóxicos aptos para o comércio e uso no Estado do Paraná, SEAB/PR (2010)

Das trinta e quatro formulações comerciais com indicações para o controle da Buva (*Coryza bonariensis*) apresentadas acima, catorze têm como ingrediente ativo o glyphosate e dez tem como ingrediente ativo o 2,4-D, produtos estes muito utilizados na região no manejo de plantas daninhas.

3.7 MODELO MATEMÁTICO LOG-LOGÍSTICO

Esse é o método mais utilizado na elaboração da curva-dose resposta, que é o instrumento utilizado para determinar a suscetibilidade em resistência de plantas daninhas aos herbicidas.

Segue o modelo matemático log-logístico proposto por Seefeldt (1995):

$$Y = C + D - C / 1 + \text{Exp} \{ b [\log (x) - \log (RC_{50})] \}$$

Em que:

Y = resposta da planta;

X = dose do herbicida;

D = limite superior da curva;

C = limite inferior da curva;

b = declividade da curva;

RC₅₀ = dose necessária para reduzir 50% do crescimento da planta daninha em relação à testemunha.

O parâmetro RC₅₀ que determina a quantidade do herbicida para inibir 50% do crescimento e/ou desenvolvimento da espécie em estudo, é a grande vantagem do modelo, possibilitando indicar o biótipo resistente e o nível de resistência pela relação dos RC₅₀ suscetível / RC₅₀ resistente.

O nível de resistência pode ser calculado pelo valor do RC₅₀ do biótipo suscetível em relação ao RC₅₀ do biótipo resistente. Sendo assim, a resistência é comprovada quando um biótipo resiste a duas vezes ou mais a dose que normalmente controla o biótipo suscetível.

$$\frac{\text{RC}_{50} \text{ do biótipo resistente}}{\text{RC}_{50} \text{ do biótipo suscetível}} \geq 2$$

Biótipos podem apresentar níveis diversos de resistência. Considera-se que ocorre resistência quando um biótipo resiste a duas vezes ou mais a dose que normalmente controla os biótipos suscetíveis. Em alguns casos, essa resistência é quebrada com o aumento da dose e outros não (LACERDA e FILHO, 2004).

Tem-se a aplicação prática deste modelo no experimento realizado no Departamento de produção vegetal da ESALQ/USP, envolvendo herbicida glyphosate, nas dosagens: 0,0; 11,3; 22,5; 45; 90; 180; 360; 720; 1440 gramas por hectare de ingredientes ativos (LACERDA e FILHO, 2004).

No tratamento de seis espécies de plantas daninhas - *Bidens pilosa* (L), *Tridax procumbens* (L), *Digitaria insularis* (L), *Fedde*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* (L) e *Commelina benghalensis* (L), com o objetivo de verificar a resposta de diferentes espécies de plantas daninhas a este herbicida.

A elaboração das curvas dose-resposta se deu pelo ajuste da equação dos dados coletados de biomassa verde, utilizando o modelo log-logístico.

Com a elaboração da curva dose-resposta para cada espécie estudada, e nos resultados obtidos de RC_{50} (31,86 g. ha⁻¹ i. a; 58,40; 128,50; 250,44; 615,49; > 1440) para as espécies daninhas consideradas - *Bidens pilosa*, *Tridax procumbens*, *Digitaria insularis*, *Fedde*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* - respectivamente.

No estudo concluiu-se que (LACERDA e FILHO, 2004):

- A espécie *Bidens pilosa* foi considerada a planta daninha suscetível ao herbicida glyphosate, sendo a espécie de menor RC_{50} (31,86 g. ha⁻¹ i. a).
- A espécie com maior grau de resistência é a espécie *Commelina benghalensis* (RC_{50} maior que 1.440 g. ha⁻¹ i. a).
- A dosagem do herbicida glyphosate necessária para inibir em 50% a redução do crescimento e/ou desenvolvimento da invasora trapoeraba é de 45,19 vezes maior que a invasora suscetível (picão preto).
- A quantidade necessária do herbicida glyphosate para inibir em 50% a biomassa verde da espécie daninha trapoeraba (*Commelina benghalensis*) foi maior que 1.440 g. ha⁻¹ i. a. Portanto, 45,19 vezes maior em relação a espécie suscetível – picão preto (*Bidens pilosa*).

3.8 BUVA (*Conyza bonariensis*): BIOLOGIA, ANATOMIA E HABITAT

Muitos autores já se debruçaram em estudos sobre a Buva onde pode-se selecionar e citar alguns trabalhos para abordar:

A Buva (*Conyza bonariensis*) é uma espécie pertencente à família Asteraceae (LAMEGO e VIDAL, 2008). Segundo Vargas et al. (2007), é nativa da América do Sul e se reproduz por sementes que germinam no outono/inverno, com encerramento do ciclo no verão. Portanto, é caracterizada como uma planta daninha de inverno e verão.

Em estudo da família Asteraceae, foi realizado um levantamento na Região da 'Casa da Pedra' localizada no município de Bagé, no Estado do Rio Grande do Sul, devido a particularidades da área e fisionomia em função da notável presença

de Asteraceae, tanto pelo número de espécies quanto pelo número de indivíduos (RITTER e BAPTISTA, 2005).

Segundo os autores do estudo, Ritter e Baptista (2005), foi necessária a coleta de representantes da família que se encontravam em floração em todos os ambientes e em diferentes épocas do ano. Como resultados, foram encontradas 87 espécies, sendo a maioria ervas. A maior parte das espécies foi encontrada na beira da estrada (47), seguido do campo com afloramento rochoso (30) e por último no campo pastado (25).

Na primavera e no verão foi encontrado o maior número de exemplares floridos, o que confirma o que se observa na família Asteraceae no Estado. Na primavera floriram 48 espécies, das quais 7 somente nesta estação. As outras 41 espécies continuaram a florir no verão; 26 espécies floriram somente no verão, enquanto 13 iniciaram a floração no verão e continuaram no outono. Nenhuma espécie floriu só no outono, nem foram encontradas flores no inverno (RITTER e BAPTISTA, 2005).

Especificamente a espécie *Conyza bonariensis*, caracterizada como erva quanto ao hábito, é de ocorrência abundante em locais como a beira de estradas, campos pastados, e mesmo em solos rochosos.

A *Conyza bonariensis* é uma planta daninha que tem sua disseminação relatada em todo o mundo (YAMASHITA e GUIMARÃES, 2010). Essa planta produz grande quantidade de sementes que apresentam características e estruturas que conferem fácil dispersão, classificando a espécie como agressiva (KISSMANN e GROTH, 1999).

Segundo a EMBRAPA (2006), a Buva é uma espécie que se desenvolve em beiras de estradas e áreas não agriculturáveis, e dali se espalham com facilidade para as lavouras, através das sementes que são facilmente levadas pelo vento.

Nos últimos anos a população desta espécie aumentou muito, em quantidade e abrangência, atingindo desde o sudoeste do Paraná até o norte do Estado (EMBRAPA, 2008). Seu controle em lavouras anuais, como a de soja, é feito com emprego de herbicidas específicos ou não-seletivos (VARGAS et al., 2007).

De acordo com Kissmann e Groth (1999), o gênero *Conyza* inclui aproximadamente 50 espécies. Segundo Lazaroto et al. (2008), a identificação correta das espécies é importante para que se possa escolher apropriadamente a

melhor estratégia de controle. A Buva (*Conyza bonariensis*) apresenta folhas de margens inteiras e a presença de ramos laterais que ultrapassam a inflorescência.

Como destaca Tremmel e Peterson (1983), a planta é uma espécie ruderal de sucessão primária que se estabelece em áreas perturbadas. Aparentemente não são polinizadas por insetos, sugerindo, de acordo com Theobald et al. (1996), a ocorrência de autogamia ou polinização pelo vento.

As sementes de Buva não são dormentes e podem germinar sempre que as condições de temperatura e umidade forem favoráveis (WU e WALKER, 2006). Segundo Zinzolker et al. (1985), a temperatura ideal para germinação das sementes de Buva é entre 10 e 25°C.

Conforme Hanf (1983) são plantas que preferem solos acidentados, pedregosos e arenosos, adaptados a falta de água.

No tocante a anatomia, a Buva apresenta lâmina foliar com espessura média de 129,66 µm. A epiderme é simples sendo a da face adaxial mais espessa que a abaxial, 11,90 µm e 8,41 µm respectivamente. Seu mesofilo é dorsiventral, com o parênquima paliçádico, apresentando uma camada de células com espessura média de 38,64 µm. A espessura média do parênquima lacunoso é de 49,00 µm (PROCÓPIO et al., 2003).

As folhas são anfiestomáticas, estando os estômatos na face adaxial, dispostos no mesmo nível das demais células da epiderme. E na face abaxial, estes se encontram pouco acima do nível das demais. Tanto na face adaxial como na abaxial, os estômatos são anomocíticos, sendo os ostíolos da face abaxial maiores (26,79 µm) do que os da face adaxial (12,82 µm) (PROCÓPIO et al., 2003).

Conforme Procópio et al. (2003), foi verificada a maior presença de estômatos na face abaxial (162 estômatos mm⁻²) comparada à face adaxial das folhas (42 estômatos mm⁻²). Tricomas glandulares foram observados nas folhas, sendo em maior número na face abaxial (35,40 tricomas mm⁻²) comparado à face adaxial (26,20 tricomas mm⁻²).

A cutícula é mais espessa na face adaxial das folhas (2,10 µm) em relação à face abaxial (1,11 µm). E apresenta cera epicuticular, principalmente na face adaxial. Sua taxa de vascularização foliar média é de três feixes a cada 590 µm de lâmina foliar (PROCÓPIO et al., 2003).

A germinação das sementes e a emergência das plântulas das espécies de Buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*) resistentes ao glyphosate resulta na infestação destas plantas daninhas em áreas agrícolas. E o conhecimento dos fatores (substrato, profundidade, temperatura e luz) que influenciam estes fenômenos é de fundamental importância.

Neste sentido, amostras de sementes maduras fisiologicamente foram coletadas das espécies de *Conyza bonariensis* (no município de Matão-SP, na área de citricultura; no município de Victor Graeff – RS, na área de cultivo de soja) e de *Conyza canadensis* (no município de Cruz Alta – RS e no município de Victor Graeff – RS, nas áreas de cultivo de soja), compondo 4 populações de Buva, oriundas de áreas com histórico de uso do herbicida glyphosate por vários anos. Testes preliminares confirmaram a resistência dessas populações ao glyphosate (VIDAL et al., 2007).

Os estudos envolveram 3 experimentos para avaliar a influência dos fatores: substrato, profundidade, temperatura e luz, na germinação das sementes e emergência das plântulas das duas espécies de Buva resistentes ao herbicida glyphosate. Segundo Vidal et al. (2007), as principais constatações foram as seguintes:

- Todos os biótipos das duas espécies tiveram emergência semelhante em relação ao perfil do solo;
- O aumento da profundidade da semente no perfil do solo reduziu a emergência de plântulas;
- O substrato arenoso favoreceu a germinação de sementes posicionadas a 0,5 e a 1,0 cm de profundidade;
- As duas espécies são fotoblásticas positivas;
- A temperatura ótima para germinação das espécies foi de 20°C, no entanto, a *Conyza bonariensis* apresentou melhor germinação em temperaturas superiores a ótima. Já a *Conyza canadensis* germinou melhor a temperaturas inferiores a temperatura ótima;
- Quando as sementes foram posicionadas na superfície dos substratos (areia, terra, terra+areia), a emergência de plântulas (germinação) atingiu um valor de 80% em média nos três substratos testados;

- As sementes posicionadas à 5,0 cm de profundidade, a germinação foi inferior a 4% em todos os substratos;
- Em cada regime de temperatura (20, 25, 30, 20/30°C), a germinação das sementes foi menor no caso de ausência de luz, e maior com a presença de luz.

A despeito de inconvenientes, como o aumento do potencial erosivo, exposição da camada superficial do solo às radiações solares, prejudicando a vida biológica e a perda de umidade do solo, no sistema convencional de plantio, o revolvimento do solo com implementos agrícolas ocasiona a incorporação de sementes de plantas daninhas (como a Buva) da superfície para profundidades maiores, dificultando a germinação das sementes e a emergência de plântulas desta espécie invasora, reduzindo o potencial de infestação na lavoura de soja (VIDAL et al., 2007).

Neste sentido, Vidal et al. (2007) ressaltam que é viável a incorporação do solo em áreas agrícolas com alta infestação da invasora Buva, e/ou com problemas de biótipos resistentes desta espécie de planta daninha.

A interação negativa entre profundidade da semente de Buva e a sua emergência podem explicar a alta incidência e adaptabilidade dessa planta daninha aos sistemas conservacionistas (plantio direto) em que o revolvimento do solo é praticamente nulo, sendo as sementes dispersas e posicionadas na superfície do solo, facilitando assim a emergência e a adaptabilidade ao sistema (VIDAL et al., 2007).

Porém, o fato dessa planta ser uma planta daninha fotoblástica positiva, como demonstra o estudo, tendo uma cobertura vegetal vizinha, com espécies que produzem grande massa orgânica, essa situação de sombreamento impede a incidência de luz necessária para iniciar o processo de germinação e na sequência da emergência. Portanto, essa cobertura vegetal (palha) sobre o solo dificulta a germinação e a emergência de plantas daninhas, uma prática na prevenção ou redução da infestação da Buva (VIDAL et al., 2007).

Ainda segundo Vidal et al. (2007), a aveia preta é a espécie mais utilizada na região com a finalidade específica de cobertura vegetal, pois promove a redução do potencial de infestação na cultura da soja, safra de verão.

3.9 CARACTERIZAÇÃO DO GLYPHOSATE

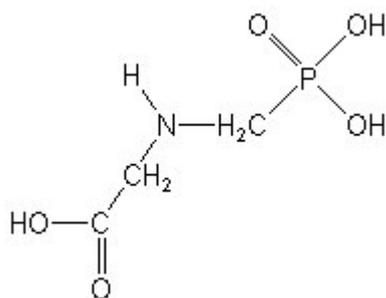
Segundo Braguini (2005), o glifosato foi sintetizado pela primeira vez em 1950, mas somente em 1970 J.E. Franz (Monsanto Agricultural), descobriu a propriedade de herbicida desta molécula.

O glyphosate, fórmula empírica $C_3H_8NO_5P$, é o princípio ativo de um herbicida pós-emergente de amplo espectro (Rondup®) conhecido pela ação herbicida altamente efetiva sobre plantas anuais e perianuais (FRANZ et al., 1997).

Em uma revisão de literatura, os pesquisadores Coutinho et al. (2005) relatam que o glyphosate do grupo dos aminoácidos fosforados, foi sintetizado a partir da substituição de um hidrogênio amínico do aminoácido glicina pelo radical metil fosfônico.

De acordo com a Monografia do glyphosate – ANVISA (2010), o ingrediente ativo glyphosate de nome químico N- (phosphonomethyl) glycine pertence ao grupo químico da glicina substituída. Tem como fórmula bruta $C_3H_8NO_5P$ e a fórmula estrutural apresentada na figura abaixo.

Figura 2 - Fórmula estrutural do glyphosate



Fonte: ANVISA (2010)

Possui propriedade herbicida autorizado para uso agrícola, aplicação em pós-emergência das plantas infestantes.

Como herbicida, apresenta-se na forma de:

- glyphosate-sal de isopropilamina;
- glyphosate-sal de potássio;
- glyphosate-sal de amônio;

Em condições ambientais, tanto glyphosate quanto seus sais são sólidos cristalinos muito solúveis em água (12 g/L a 25°C, para glifosato) e quase insolúveis em solventes orgânicos comuns, tais como acetona e etanol, entre outros (AMARANTE Jr. et al., 2002).

O glyphosate funde a 200°C, possui densidade aparente de 0,5 g/cm³ e se apresenta bastante estável em presença de luz, inclusive em temperaturas superiores a 60°C (ANVISA, 2010). O glyphosate é um composto anfotérico e pode ser ânion monovalente e divalente em pH fisiológico (MERVOSH; BALKE, 1991). Devido a alta complexidade de sua molécula, o glyphosate é praticamente insolúvel em solventes orgânicos (WILLIAMS et al., 2000).

A velocidade de degradação do glyphosate em diferentes solos e na água varia de acordo com o grau de atividade microbiana do solo e a presença de certos íons metálicos (BARJA et al., 2001).

3.10 PLANTAS DANINHAS: CONCEITOS, DEFINIÇÕES, CARACTERÍSTICAS, COMPORTAMENTOS

Diversos autores conceituam planta daninha, tanto com o uso de fundamento ecológico, como de biológico e econômico. Em sua maioria prevalece o econômico, que é antropocêntrico, tendo como base o interesse humano na exploração agrícola.

Nesse sentido, termos como: indesejável, invasora, praga, planta fora do lugar, encontra-se onde não é desejada, danos - são muito utilizados na sua designação.

O pesquisador Robinson Antonio Pitelli (1987), no trabalho sobre controle das plantas daninhas em áreas agrícolas, dá ênfase às interferências que estas espécies provocam nas atividades do homem. E faz a seguinte referência:

O conjunto de plantas que infestam áreas agrícolas, pecuárias e de outros setores do interesse humano, sendo conceituadas como daninhas, são plantas com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a cobertura natural foi extinta e o solo tornou-se total ou parcialmente exposto (PITELLI, 1987, p.1).

Nesta definição, o autor considera a ação entre indivíduos - “Planta daninha é qualquer espécie vegetal que de alguma forma, interfere negativamente em alguma atividade humana” (FONTES et al., 2003, p.9).

Já o pesquisador engenheiro agrônomo Kurt G. Kissmann (1997) conceitua a planta daninha de forma relativa, salientando que nenhuma planta é essencialmente daninha, ou seja, as circunstâncias de local e momento determinam as que são desejadas, indiferentes ou indesejadas.

Já Roberto Alves (2003, p.6) chefe geral da Embrapa Cerrados salienta que:

As plantas daninhas não são necessariamente indesejáveis e em certas situações, são mais benéficas que prejudiciais, contribuindo para a integração de métodos de controle, com o avanço do conhecimento, as lavouras podem conviver com as plantas daninhas em certas fases do crescimento de ambas sem prejuízo ao rendimento.

Dessa forma, plantas de soja espontâneas, guaxa, que germinaram e se desenvolveram após a colheita da soja safra de verão, são daninhas para a cultura subsequente - cultura do trigo. Uma planta de algodão é considerada planta daninha em um plantio de mamona (RICHETTI et al., 2003).

As plantas daninhas são indesejáveis em determinadas situações, em detrimento do interesse humano, principalmente nas atividades agrícolas. Mas, em um sentido mais amplo, pode ser útil - como para proteger o solo dos impactos da chuva e do vento, evitando ou retardando o processo erosivo; pode conservar a umidade do solo favorecendo a vida biológica; e também podem ser úteis como plantas medicinais.

No estudo do comportamento das plantas daninhas (GAZZIERO et al., 2001), pesquisadores da Embrapa soja relacionam a grande capacidade competitiva das espécies daninhas à características de rusticidade inerente à elas. Enquanto as culturas são melhoradas geneticamente, suas espécies obtiveram naturalmente a capacidade de crescer em ambientes e condições adversas.

Segundo o pesquisador Pitelli (1987), as plantas daninhas, geralmente apresentam característica que conferem maior capacidade de competição pela sobrevivência, que se desenvolveram ao longo do tempo, no processo da

perpetuação da espécie como: grande agressividade, elevada e prolongada capacidade de produção de diásporas dotadas de alta viabilidade e longevidade, capacidade de germinação de maneira descontínua em muitos ambientes, possuem adaptações especiais para disseminação a curta e longa distancia, apresentam rápido crescimento vegetativo e florescimento.

São auto-compatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas e, quando alógamas, utilizam-se de agentes de polinização inespecíficos ou o vento. Quando as plantas daninhas são perenes, apresentam vigorosa reprodução vegetativa e de regeneração de fragmentos (PITELLI, 1987).

As plantas daninhas desenvolveram-se em condições semelhantes às plantas cultivadas. Se as condições edafoclimáticas são propícias à lavoura, o são também para as espécies daninhas, mas, se as condições ambientais são antagônicas, as espécies daninhas, por apresentarem elevado grau de adaptação, podem aí sobreviver e se perpetuar muito mais facilmente. Podem germinar crescer, desenvolver-se e reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis como em estresse hídrico, umidade excessiva, temperaturas pouco propicias, fertilidade desfavoráveis, elevadas salinidade, acidez ou alcalinidade (RICHETTI, 2003).

3.11 SELETIVIDADE

Segundo Carvalho (2009), seletividade é resultado da ação conjunta de diversos mecanismos que protegem a cultura da fitotoxicidade dos tratamentos herbicidas, mantendo com níveis de injurias aceitáveis agronomicamente, ou mesmo na ausência destas.

De acordo com Kissmann (1996), um herbicida seletivo seria um produto o qual uma cultura é tolerante e determinada planta daninha é suscetível.

Exemplo prático disso, é o herbicida glyphosate (Roundup Original), herbicida não seletivo de ação sistêmica do grupo químico glicina substituída recomendado para o controle não seletivo de plantas daninhas de folhas estreitas e folhas largas (pós emergência), muito utilizado na dessecação da área para posterior plantio da soja safra de verão¹.

¹Informações contidas na Bula do produto/Monsanto.

Outro exemplo seria o herbicida 2,4 – D AMINA (AMINOL 806), herbicida hormonal, seletivo, do grupo dos Fenoxiacéticos, herbicidas de pós – emergência, seletivo para a cultura do trigo, arroz, cana-de-açúcar e milho. Controla plantas daninhas de folhas largas (pós-emergência)².

Kissmann (1996, p.2) nos seus estudos sobre comportamento de plantas daninhas em resposta aos tratamentos com herbicidas faz a seguinte descrição: “A sensibilidade natural de espécies de plantas a um herbicida é variável, e por isso existem herbicidas seletivos para determinadas culturas mas efetivos para eliminação de certas espécies de plantas daninhas.”

O Classic, formulação comercial, tem como ingrediente ativo clorimuron etílico, do grupo químico das sulfonilureia. É um herbicida seletivo recomendado para cultura da soja em pós-emergência, indicado para o controle de Buva (*Conyza bonariensis*) na modalidade – manejo - pré-plantio da cultura³.

O Roundup ready, formulação comercial, tem como ingrediente ativo o glyphosate, do grupo químico da glicina substituída, recomendado para cultura em pós-emergência da soja transgênica e das plantas infestantes. É um herbicida seletivo, quando aplicado sobre variedades de soja Roundup ready, geneticamente modificada⁴.

A adoção da soja geneticamente modificada aumentou ainda mais a possibilidade de uso de herbicida glyphosate nesta cultura. A incorporação de um material genético de uma outra espécie conferiu o caráter de tolerância desta planta (soja) à aplicação deste herbicida de ação total.

Segundo Yamada e Castro (2004, p.37) salientam que “a base da resistência ao glifosato na soja é a inserção de um gene EPSPS insensitivo retirada da linhagem CP4 de *agrobacterium*”.

Portanto, a seletividade pode ser incorporada, como é o caso da soja transgênica. A introdução de um gene (*agrobacterium*) na planta de soja, conferiu a característica de tolerância a este herbicida glyphosate.

A engenharia genética permite obter cultivares tolerantes, mesmo de espécies no geral suscetíveis, pela incorporação de genes estranhos de resistência (KISSMANN, 1996).

²Informações contidas na bula do produto/Milênia Agrociências S/A.

³Bula do produto Du pont/2010.

⁴Bula do produto/Monsanto.

A maior tolerância ao tratamento com herbicida glyphosate da espécie *Commelina diffusa* em relação a outra espécie de trapoeraba, *Commelina benghalensis*, pode ser atribuída ao envolvimento do amido de reserva.

A intoxicação e o controle com o glyphosate foi maior na espécie *Commelina benghalensis*, em comparação com a outra espécie *Commelina diffusa*. Após 65 (DAA), o controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa* foi de 98% e 62%, respectivamente. Só a espécie *Commelina diffusa* manteve o caule vivo, com isso emitiu novas brotações e se reestabeleceu.

A *Commelina diffusa* produz e armazena maior quantidade de amido (grãos de amido maior e mais numerosos) do que a *Commelina benghalensis* (TUFFI SANTOS et al., 2004).

Em comparação com outras espécies de plantas daninhas, o mecanismo de tolerância da espécie *Commelina benghalensis*, ao tratamento com o herbicida glyphosate provavelmente é a diferença nos fatores de absorção e metabolismo.

A taxa de absorção desta espécie de planta foi a menor (66,1%) comparativamente às espécies *Ipomea grandifolia* e *Amaranthus hybridus*, com taxas de absorção de 80% e 93,5%, respectivamente. E a análise do extrato da espécie *Commelina benghalensis* indicaram 40,8% de metabolismo, visto pela presença de metabólitos (AMPA – ácido aminometilfosfônico). Este fenômeno não foi constatado nas outras espécies (TUFFI SANTOS et al., 2004).

A maior tolerância do clone 531 de eucalipto ao tratamento com o glyphosate em relação ao clone 2277 da mesma espécie de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) pode ser atribuída à diferença de absorção deste produto pela espécie. A taxa de absorção do herbicida glyphosate no clone 531 foi menor em comparação com o clone 2277 (MACHADO et al., 2009).

3.12 RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS

Definições, causas, diferenciação entre resistências, suscetibilidade, resistência cruzada, resistência múltipla, tolerância, plantas transgênicas tolerantes a herbicidas são alguns dos tópicos explorados a seguir.

3.12.1 Definição

Resistência de plantas daninhas a herbicidas:

Segundo Christoffoleti e López-Ovejero (2008, p. 9) é “a capacidade inerente e herdável de alguns biótipos, dentro de uma determinada população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a dose de um herbicida que normalmente seria letal a uma população normal (suscetível) da mesma espécie”.

A resistência é a capacidade adquirida de uma planta em sobreviver a determinados tratamentos que sob condições normais, controlam os integrantes da população (VARGAS et al., 2006).

De acordo com a Weed science society off America - WSSA (2006) “a habilidade de uma planta de sobreviver e reproduzir, após exposição de uma dose de herbicida normalmente letal para o biótipo selvagem da planta”.

Neste mesmo sentido, a resistência das plantas daninhas aos herbicidas consiste na ocorrência de biótipos com habilidade de sobreviver á aplicação de composto químico, ao qual a população original era suscetível (LEBARON e GRESSEL, 1982).

Nas conceituações de diversos autores, é evidente a referência da capacidade de planta daninha, indesejável, em sobreviver ao tratamento com herbicidas.

Segundo Oliveira Jr. (2001), resistência é a ocorrência natural de habilidade hereditária de alguns biótipos de plantas daninhas dentro de uma população, os quais são capazes de sobreviver a um tratamento de herbicidas que, sob condições normais de uso, controla efetivamente esta população de plantas daninhas.

Numa comunidade infestante, diversas espécies de plantas daninhas ocorrem em diferentes proporções, devido às características da própria espécie associadas às condições do meio ambiente como: temperatura, umidade, acidez do solo, luminosidade, etc., em um processo de competição e no sentido de estabelecerem no *habitat*.

No entanto, práticas agrícolas adotadas no manejo do solo e utilização de diversos herbicidas, provocam alterações na composição desta comunidade infestante, tanto no aspecto qualitativo quanto quantitativo.

Na década de 1970, prática comum adotada no manejo do solo era a aração e a gradeação com implementos agrícolas apropriados, envolvendo o revolvimento do solo, associado à utilização de herbicida no sistema pré-plantio incorporado – PPI (trifluralin, metribuzim).

Já na década de 1980, a semeadura direta (plantio direto) foi adotada amplamente nas áreas agrícolas, principalmente na cultura da soja e a dessecação da área com herbicidas tornou-se uma prática comum (glyphosate).

Estas mudanças alteram toda comunidade infestante na sua composição. Nesse sentido, o fator de maior impacto foi a utilização de herbicidas para o controle das plantas daninhas. O uso indiscriminado, além dos problemas ambientais e de saúde, resultou no problema do fenômeno da resistência.

Segundo dados da SEAB/DEFIS/Toledo, foram comercializados na região de Toledo/PR, no ano de 2009, em herbicidas: 458.246,45 (kg) na formulação sólida, e 5.652.443,4 (lt) na formulação líquida. Sendo que na safra 2009/2010 a área de soja, cultura de verão, abrangeu 453.670(ha) de área plantada.

A resistência é um fenômeno natural que vai se manifestar sempre que for utilizado o mesmo herbicida ou herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, repetida e demasiadamente, aumentando assim a pressão de seleção. É importante salientar também que não há transferência de gene. A própria planta já tem esses genes, que simplesmente se manifestam devido à pressão de seleção causada pelo herbicida (RIZZARDI et al., 2007).

Já segundo pesquisadores da EMBRAPA, GAZZIERO et al. (2001), a resistência das plantas daninhas aos herbicidas é resultado de um processo natural de evolução das espécies, no qual as plantas se adaptam às mudanças de uma mesma classe de herbicidas, causa pressão de seleção, fato decisivo no surgimento dos problemas resistência.

O uso repetido de uma molécula herbicida pode selecionar biótipos resistentes de plantas daninhas, preexistentes na população, levando ao aumento do seu numero (POWLES e HOLTUM,1994).

Sendo assim, pode-se dizer que os herbicidas não provocam o fenômeno da resistência nas plantas daninhas. São capazes, sim, de selecionar biótipos dentro de uma população. Não há evidências e é muito improvável que mutações possam ocorrer por ação de herbicidas (KISSMANN, 1996).

É de fundamental importância, tanto para o manejo de área como para prevenir o aparecimento de plantas daninhas resistentes, a diferenciação entre as denominações: plantas resistentes, planta suscetível, planta tolerante.

A planta é sensível a um herbicida quando o crescimento e desenvolvimento são alterados pela ação do produto, assim uma planta suscetível pode morrer quando submetida à determinada dose de herbicida. Já a tolerância é a capacidade inata de algumas espécies em sobreviver e se reproduzir após o tratamento de herbicidas, mesmo sofrendo injúrias (VARGAS et al., 2006)

Na região sul do Brasil, o uso repetido do herbicida glyphosate na cultura da soja por vários anos, resultou na seleção de espécies de plantas daninhas que sempre foram tolerantes ou de difícil controle a este herbicida, como: Poaia Branca (*Richardia brasilienses*), Corda de Viola (*Ipomea sp*), Guanxuma (*Sida rbombifólia*), Trapoeraba (*Commelina sp*), Capim rhoder (*Chloris sp*) (RIZZARDI, 2007).

3.12.2 Resistência múltipla e resistência cruzada

Os biótipos resistentes ocorrem naturalmente em baixa frequência e a pressão de seleção exercida pela aplicação repetitiva de um determinado herbicida ou de herbicidas diferentes, mas que apresentam o mesmo mecanismo de ação do herbicida aumenta a frequência dos indivíduos resistentes na população (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

O surgimento de biótipos resistentes ocorre com maior frequência em áreas onde há uso repetido de herbicidas de um mesmo grupo ou pertencentes a diferentes grupos, mas com o mesmo mecanismo de ação (GRESSEL e SEGEL, 1990).

Os autores, nas descrições citadas, fazem referências a um determinado herbicida, ou herbicidas diferentes que apresentam o mesmo mecanismo de ação. Assim sendo, uma planta invasora pode apresentar resistência a uma única linha de produtos cujos mecanismos de ação são semelhantes (Resistência Cruzada) ou a planta invasora pode subsistir (sobreviver) a aplicação de herbicidas com distintos mecanismos de ação (resistência múltipla) (GAZZIERO et al., 2001).

A resistência cruzada ocorre quando biótipos de plantas daninhas são resistentes a dois ou mais herbicidas, devido a um só mecanismo de ação, portanto, resistente a todos os herbicidas que apresentam um mesmo mecanismo de ação (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

A resistência múltipla, por sua vez, ocorre quando o indivíduo possui mais de um mecanismo de resistência distintos que conferem comportamentos resistentes á herbicidas com mecanismos de ação diferenciados (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

Como exemplo desses fenômenos podemos citar o experimento conduzido por Trezzi et al. (2006), na região sudoeste do Paraná, que teve por objetivo identificar biótipos de *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) com resistência múltipla a inibidores da ALS (enzima acetolactato sintase) e da PROTOX. Biótipos de leiteiro com suspeita de resistência múltipla foram coletados nos municípios de Pato Branco (R23) e Vitorino (R4), também biótipo suscetível (S) como testemunha (Quadro 3). Os herbicidas envolvidos foram Imazethapyr e Fomesafen.

Quadro 3 – Resultado da porcentagem de controle

	Biótipo (S) / R4
100 g. i. a. /ha, IMAZETHAPYR,	57%
250 g. i. a. /ha, FOMESAFEN,	51%
	Biótipo (S) / R23
120 g. i. a. /há, IMAZETHAPYR,	43%
300 g. i. a. /há FOMESAFEN,	25%

Fonte: Trezzi et al. (2006)

Redução da matéria seca (MS) do biótipo suscetível (S), testemunha, em relação aos biótipos resistentes (R4, R23).

Quadro 4 – Fator de resistência dos biótipos analisados

	R4	R23
IMAZETHAPYR	> 24	15
FOMESAFEN	62	39

Fonte: Trezzi et al. (2006)

Fator de resistência, $FR > 1$ indica resistência. Assim, foi comprovado nos ensaios, a existência de biótipos de leiteiro com resistência múltipla, aos herbicidas inibidores da ALS e da PROTOX (Quadro 4).

Neste mesmo sentido, quatro experimentos foram conduzidos por Vidal e Merotto Jr. (1999) com o objetivo de avaliar a ocorrência de resistência aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) em vários biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). E avaliar a ocorrência de resistência múltipla a herbicidas com atividade em outros locais de ação. Todos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

- IMAZETHAPYR, aplicado na dose recomendada (100g/há), reduziu em 85% a matéria seca de leiteiro oriundo de Porto Alegre, confirmando que este é biótipo suscetível aos inibidores de ALS.

- Já o biótipo oriundo de Passo Fundo, não foi afetado por IMAZETHAPYR, mesmo quando aspergido em dose 8 vezes superior a recomendada.

Estes resultados indicam que o biótipo de Passo Fundo é resistente ao herbicida IMAZETHAPYR. A área foliar das plantas do biótipo proveniente de Passo fundo não foi afetada por outros herbicidas inibidores de ALS. Da mesma forma, não se observou injúria nas plantas deste biótipo para os herbicidas inibidores de ALS testados. Confirmando a hipótese de que a resistência não é específica apenas para IMAZETHAPYR, mas para os demais herbicidas com o mesmo mecanismo de ação – fenômeno da resistência cruzada.

O Imazethapyr, a 250 g/ha^{-1} , não afetou o crescimento e o desenvolvimento dos biótipos oriundos de Não-me-toque, Passo Fundo e Rio Pardo, mas controlou todas as plantas oriundas de Porto Alegre. Confirmando que os 3 primeiros biótipos são resistentes aos inibidores de ALS. O controle do leiteiro com herbicidas de diversos mecanismos de ação (Atrazine; Dicamba; 2,4 – D; Fomesafen; Glyphosate; Lactofen; Paraquat) ou que não são inibidores de ALS, indica não haver resistência múltipla, a herbicidas com outros mecanismos de ação.

3.13 PRIMEIRO CASO DE PLANTA DANINHA RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE: CASO AZEVÉM (*Lolium multiflorum*)

No Brasil, a primeira espécie daninha com população composta predominantemente de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate foi detectada no azevém (*Lolium multiflorum*), espécie forrageira, gramínea, de ciclo anual, de ocorrência abundante na Região Sul do Brasil, notadamente no Estado do Rio Grande do Sul (ROMAN et al., 2004).

A suspeita de biótipos de azevém resistente ocorreu em 2002 nos municípios de Tapejara e Capão Bonito (RS). O experimento foi conduzido no município de Capão Bonito (RS) na safra agrícola 2002. Os tratamentos foram em aplicação seqüencial (ou complementar) nas diversas dosagens:

- Glyphosate/Glyphosate,
- Glyphosate/Paraquat + Diuron,
- Paraquat + Diuron/Paraquat Diuron,

No tratamento sequencial de glyphosate, e na maior dosagem estudada, o controle foi de 78,3%, caracterizando a resistência do azevém. Nos outros tratamentos sequenciais, e na maior dosagem estudada, o controle foi acima de 95% (MAROCHI et al., 2002) (ver Tabela 1 do Anexo 3).

No Rio Grande do Sul, no cultivo do trigo em sistema de plantio direto, a dessecação de área com herbicida glyphosate é feito há vários anos. Porém, nos últimos anos tem se observado a ineficiência no controle do azevém (*Lolium multiflorum*).

A utilização repetida e por longo período de produtos à base de glyphosate para dessecação do azevém pode ser a principal causa do aparecimento de biótipos resistentes (ROMAN et al., 2004) (ver Tabela 2 e 3 do Anexo 3).

Nesse sentido, experimentos foram conduzidos uma em casa de vegetação na estação experimental da EMBRAPA Uva e Vinho, em Vacaria – RS. Os herbicidas testados foram: Glyphosate, Glufosinate, Haloxytop – r, Diclotop, Paraquat. Outro experimento foi realizado em campo, em que os herbicidas testados foram: Glyphosate, Paraquat + Diuron, Clethodim.

- No experimento em casa de vegetação: a menor dose de glyphosate (360 g. e. a. ha⁻¹) não apresentou nenhuma ação sobre o biótipo resistente. No biótipo

sensível, a mesma dose causou toxicidade de 90%, já aos sete dias após o tratamento. A maior dose de glyphosate (5.760 g. e. a. ha⁻¹) causou no biótipo resistente toxicidade de 45%. Os demais herbicidas testados apresentaram controle total do biótipo resistente e sensível (ROMAN et al., 2004).

- No experimento em campo: o herbicida glyphosate não proporcionou controle satisfatório do azevém em nenhuma das doses testadas. A maior dose de glyphosate (3.240 g. e. a. ha⁻¹) causou 65% de controle. Níveis de controle satisfatórios somente foram obtidos para tratamentos com clethodim (79,2 g. ha⁻¹) e diuron + paraquat (300 g. + 600 g. ha⁻¹). O controle total do biótipo sensível pela menor dose de glyphosate testada, e a resposta do biótipo resistente aos tratamentos com glyphosate, nos dois ambientes, associados aos resultados que demonstram a sensibilidade, tanto do biótipo sensível quanto do resistente, aos tratamentos herbicidas com mecanismo de ação distintos do glyphosate evidenciam a resistência ao glyphosate por parte dos biótipos avaliados (ROMAN et al., 2004).

Nesse mesmo sentido experimento é conduzido em condições de campo, em pomar de maçã em Vacarias/RS, durante os meses de outubro de 2004 e fevereiro de 2005 (VARGAS et al., 2006). Os tratamentos herbicidas foram:

- Roundup: isolados, diversas doses;
- Select 240 CE + LANZAR: diversas doses;
- Roundup + select 240 CE + LANZAR;
- Select 240 CE + TARGA + LANZAR.

Aos 35 dias após o tratamento:

A maior dose de herbicida Roundup (4320 g. e. a. ha⁻¹) proporcionou 63,7% de toxicidade. A dosagem de 60 g. i. a. há¹, do herbicida select 240 CE proporcionou 99% de toxicidade. Os resultados evidenciam a existência de biótipos de azevém resistentes, pois resistem ao glyphosate (ver Tabela 4 do Anexo 3).

3.14 CASOS CONFIRMADOS DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE

Nesta seção serão abordados os casos confirmados de biótipos de Buva resistentes ao herbicida glyphosate e as respectivas alternativas de controle químico.

Caso 1 - Há anos, a citricultura é uma atividade de grande importância no Estado de São Paulo e o herbicida glyphosate tem sido utilizado de forma ampla e intensiva no controle de plantas daninhas.

No caso específico da Buva, antes controlada eficientemente pelo herbicida em questão, atualmente tem apresentado dificuldade em seu controle, provocando suspeita de biótipos resistentes em populações de ambas as espécies (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*).

Com o objetivo de avaliar a ocorrência de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate, bem como propor tratamentos alternativos, foram conduzidos experimentos no período de janeiro a março de 2006, em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, no município de Piracicaba, em São Paulo (MOREIRA et al., 2007).

Na avaliação foram coletadas amostras de sementes de duas espécies de plantas daninhas em cada município (Tabela 7).

Tabela 7 – Espécie, origem, identificação e suspeita referente a todas as populações de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* (dados da pesquisa)

Espécie	Origem	Sigla	Suspeita
<i>Conyza canadensis</i>	Matão – SP	CCR1	Resistente
<i>Conyza canadensis</i>	Cajobi – SP	CCR2	Resistente
<i>Conyza canadensis</i>	Piracicaba – SP	CCS	Suscetível
<i>Conyza bonariensis</i>	Matão – SP	CBR1	Resistente
<i>Conyza bonariensis</i>	Cajobi – SP	CBR2	Resistente
<i>Conyza bonariensis</i>	Piracicaba – SP	CBS	Suscetível

Fonte: Moreira et al. (2007, p. 159)

Os tratamentos, as parcelas foram resultados da combinação fatorial entre três populações de cada espécie e oito doses de glyphosate e também as três populações de cada espécie e cinco tratamentos com herbicidas alternativos. As doses de glyphosate utilizadas são apresentadas na Quadro 5.

Quadro 5 – Os herbicidas e as doses utilizadas nos tratamentos (dados da pesquisa)

Herbicida		Dose	
Nome comum	Nome comercial	g ^l ha ⁻¹	g ou mL p.c. ^{2l} ha ⁻¹
01. testemunha	-	-	-
Curva de dose-resposta			
02. glyphosate	Roundup WG	90	125
03. glyphosate	Roundup WG	180	250
04. glyphosate	Roundup WG	360	500
05. glyphosate	Roundup WG	720	1.000
06. glyphosate	Roundup WG	1.440	2.000
07. glyphosate	Roundup WG	2.880	4.000
08. glyphosate	Roundup WG	5.760	8.000
Herbicida alternativo			
09. glyphosate + 2,4-D	Roundup WG + DMA 806 BR	1.440 + 1.005	2.000 + 1.500
10. glyphosate + metsulfuron*	Roundup WG + Ally	1.440 + 2,4	2.000 + 4,0
11. glyphosate + metsulfuron*	Roundup WG + Ally	1.440 + 3,6	2.000 + 6,0
12. glyphosate + metribuzin	Roundup WG + Sencor 480	1.440 + 480	2.000 + 1.000

1 – equivalente ácido (Roundup WG) g. e. a. ha⁻¹

2 – ingrediente ativo (DMA 806 Br, Ally, Sencor 480) g. i. a. ha⁻¹

Fonte: Moreira et al. (2007, p.160)

Segundo o estudo, os resultados obtidos para as populações de *Conyza bonariensis* demonstram a existência de populações dessa espécie resistentes ao glyphosate.

A dose recomendada do produto, 720 g. e. a. ha⁻¹ (Bula do produto), controlou adequadamente a população suscetível de *Conyza bonariensis*, enquanto que para populações supostamente resistentes foram necessárias doses da ordem de 5.760 g. e. a. ha⁻¹ para a obtenção de cerca de 80% de controle (MOREIRA et al., 2007).

Os dados de massa seca residual estão em concordância com os valores de controle obtidos, em que foi necessária a aplicação de doses mais elevadas sobre as populações de *Conyza bonariensis* coletadas em pomares de citros do Estado de São Paulo, quando comparadas com a população considerada suscetível, coletada em área sem histórico de aplicação de glyphosate (MOREIRA et al., 2007).

Para esta espécie de Buva (*Conyza bonariensis*) todos os tratamentos alternativos alcançaram 100% de controle de todas as populações na avaliação realizada aos 28 dias após a aplicação (DAA).

Observando ainda os resultados, pode-se verificar que o fator de resistência caracterizado para as populações supostamente resistentes dessa planta daninha

(R_1 e R_2) foi de 14,75 e 10,40 para a variável controle percentual e, 5,02 e 1,52 para a variável massa seca residual, respectivamente (MOREIRA et al., 2007).

De forma geral, todos os fatores de resistência obtidos caracterizaram populações selecionadas pela aplicação rotineira do herbicida glyphosate, portanto, menos sensíveis.

Caso 2 - Tendo como objetivo avaliar a resposta de uma população de plantas daninhas da espécie de Buva (*Conyza bonariensis*) ao herbicida glyphosate, três experimentos foram realizados nos anos de 2005 e 2006: um em campo no município de Cruz Alta – RS, outros dois em casa de vegetação na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo – RS (VARGAS et al., 2007).

a) Em campo: os tratamentos avaliados constaram de doses crescentes de glyphosate e uma testemunha sem nenhuma aplicação (0, 360, 720, 1.440, 2.880, 5.760 g/ha) e mais os herbicidas testemunhas, com diferentes mecanismos de ação nas plantas (paraquat – 400 g/ha, 2,4-D – 1005 g/ha);

b) Em casa de vegetação I: os tratamentos constaram de doses crescentes de glyphosate e uma testemunha sem nenhuma aplicação (0, 360, 720, 1.440, 2.880, 5.760 g/ha), mais os herbicidas testemunhas (paraquat – 400 g/ha, 2,4-D – 1005 g/ha). Porém, neste experimento os tratamentos foram divididos em subgrupos: biótipos considerados resistentes, biótipos considerados sensíveis;

c) Em casa de vegetação II: os tratamentos avaliados foram glyphosate (360, 720, 1.440, 2.880, 5.760 g/ha) e uma testemunha sem aplicação nenhuma. E mais os herbicidas testemunhas (paraquat – 400 g/ha, 2,4-D – 1005 g/ha, diuron + paraquat 200 g + 400 g/ha, chlorimuron ethyl 40 g/ha, metsulfuron methyl 4 g/ha). Os tratamentos foram divididos em subgrupos: biótipos com suspeita de resistência, biótipos considerados suscetíveis.

No experimento em campo observou-se que a última avaliação realizada aos 30 dias após o tratamento (DAT), as doses de 360 e 720 g/ha de glyphosate apresentaram toxicidade semelhante e no máximo de 35%, apesar da dosagem ser o dobro. No mesmo experimento em campo, a avaliação aos 15 DAT, a dosagem de

2.880 e 5.760 g/há de glyphosate apresentaram toxicidade semelhante e no máximo de 55% (VARGAS et al., 2007).

No primeiro experimento realizado em casa de vegetação a menor dose avaliada do glyphosate, 360 g/ha, foi suficiente para controlar o biótipo sensível aos 15 DAT. Já o biótipo resistente apresentou toxicidade máxima de 45% aos 15 DAT e de 50% aos 30 DAT (VARGAS et al., 2007).

No segundo experimento realizado em casa de vegetação, a dose de 360 g/ha de *glyphosate* foi suficiente para controlar totalmente o biótipo de Buva sensível. Já o biótipo resistente apresentou reduzida toxicidade – abaixo de 40% aos 7 DAT; abaixo de 45% aos 15 DAT; e abaixo de 50% aos 30 DAT (VARGAS et al., 2007).

Os resultados obtidos nos permitem concluir que: populações de Buva (*Conyza bonariensis*) adquiriram resistência ao glyphosate, pois os resultados indicam que a resposta dessa espécie daninha a este produto químico foi alterada, de modo que este herbicida passou a apresentar atividade reduzida sobre essas populações (VARGAS et al., 2007).

A sensibilidade do biótipo resistente a herbicidas com mecanismos de ação distintos daqueles do glyphosate descarta a possibilidade de resistência múltipla aos produtos avaliados. Os herbicidas testemunhas 2, 4 – D, paraquat, diuron + paraquat, chlorimuron ethyl, metsulfuron methyl controlam com eficiência os biótipos sensíveis e resistentes, apresentando-se como possíveis produtos alternativos para o uso em áreas infestadas com o biótipo resistente (VARGAS et al., 2007).

Caso 3 - Com o objetivo de avaliar a ocorrência de resistência em biótipos de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* ao glyphosate, experimentos de curva dose – resposta foram conduzidos para cada espécie, cada qual com dois biótipos, um suscetível e outro com suspeita de resistência (LAMEGO e VIDAL, 2008).

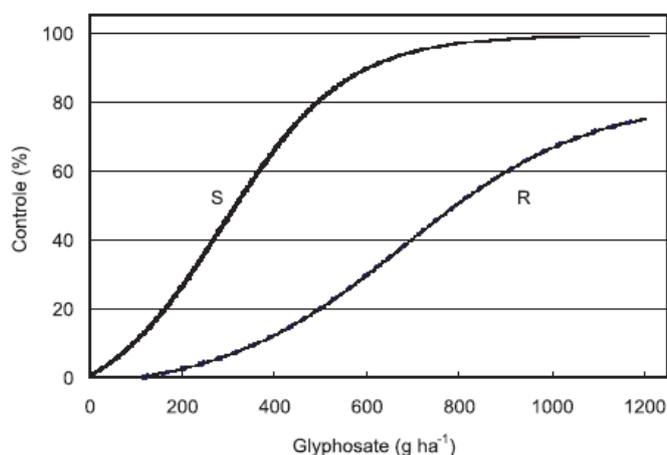
Segundo o estudo de Lamego e Vidal (2008), sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* oriundas de plantas sob suspeita de resistência ao glyphosate foram coletadas entre maio e junho de 2006, em propriedades rurais localizadas nos municípios de Santa Rosa e Victor Graeff (no Estado do Rio Grande do Sul). As áreas onde foram coletados os indivíduos suspeitos estavam sob a monocultura de soja por quase uma década, e sob o plantio direto por duas

décadas. O herbicida glyphosate foi utilizado ao menos de 35 a 40 vezes nesse período. Sementes de plantas suscetíveis ao herbicida foram coletadas em área sem o uso de herbicidas, no Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, localizada no município de Porto Alegre – RS. Em todos os casos, a diferenciação entre espécies foi realizada através da morfologia foliar.

Para cada espécie, realizou-se um experimento com as seguintes características: os tratamentos foram organizados em esquema fatorial e o delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições; os biótipos resistente e suscetível constituíram o primeiro fator; o segundo foi composto por doses de glyphosate (0, 100, 200, 300, 400, 800, 1200 g/ha); a aplicação com herbicida foi realizada com plantas de 8 a 10 folhas; a avaliação foi feita aos 14 DAT; foi adotada na avaliação escala visual, em que a ausência de injúria correspondeu ao valor 0 (zero), enquanto que a morte da planta correspondeu ao valor 100 (cem).

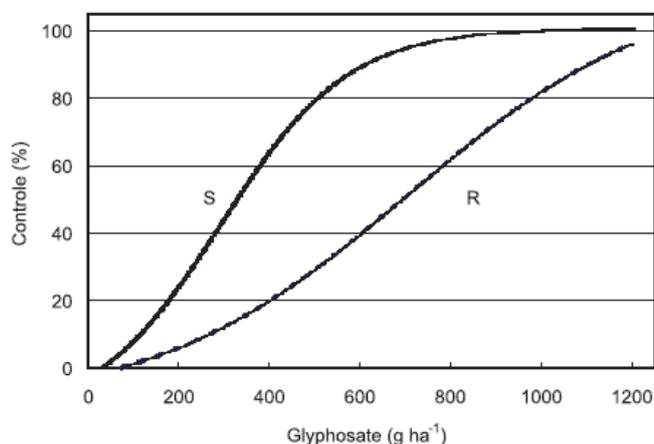
Os resultados de experimentos de resposta à dose foram submetidos à análise de variância e, quando observada a interação biótipo x dose, realizou-se ajuste à equação sigmoideal de Boltzmann. Para cada espécie foi encontrada, através do teste F, interação significativa ($P < 0,01$) entre biótipo x dose de herbicida. Os dados de controle de todos os biótipos de *Conyza* spp foram ajustados às curvas sigmoideais de Boltzmann, com qui-quadrados significativos ($P < 0,01$) (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Controle (%) de *Conyza bonariensis* suscetível (S) e resistente (R) ao glyphosate, avaliado 14 DAT



Fonte: LAMEGO e VIDAL (2008, p. 469)

Figura 4 - Controle (%) de *Conyza canadensis* suscetível (S) e resistente (R) ao glyphosate, avaliado 14 DAT



Fonte: LAMEGO e VIDAL (2008, p. 469)

Esse nível de resistência⁵ é considerado baixo, mas tem implicações práticas, porque o agricultor encontrará indivíduos não controlados na dose normalmente utilizada para o controle da espécie no campo.

Quanto a espécie *Conyza bonariensis*, as curvas de resposta às doses indicam que, tanto para o biótipo suscetível (S) como para o resistente (R), o nível de controle aumentou com comportamento sigmoidal em função do incremento da dose do herbicida (Figura 3).

Para o biótipo S, o incremento no nível de controle se verificou em menor dose e com maior intensidade do que no biótipo R. A dose necessária para promover 50% de controle de *Conyza bonariensis* (C_{50}) foi de 677 e 284 g/ha, para o biótipo R e S, respectivamente (Quadro 6).

⁵O termo “resistência prática” foi cunhado para designar este tipo de resistência.

Quadro 6 - Estimativas dos parâmetros das equações que descrevem o controle de dois biótipos de *Conyza bonariensis* com diversas doses de glyphosate, avaliado 14 DAT

Parâmetro da equação	Biótipos	
	Resistente	Suscetível
A ^{1/}	- 4,74 ± 4,68 ^{2/}	- 10,89 ± 11,42
B	80,58 ± 6,73	98,96 ± 3,36
D	199,07 ± 48,07	132,09 ± 31,41
FR ^{3/}	2,3	-

Fonte: LAMEGO e VIDAL (2008, p. 469)

1/ Equação $y = A + (B - A) / (1 + \exp((x - C50)/D))$.

2/ Números indicam parâmetros ± erro-padrão da estimativa.

3/ FR = fator de resistência = C50 do biótipo resistente/C50 do suscetível.

O fator de resistência indica que, o biótipo R é 2,3 vezes menos sensível ao glyphosate do que o biótipo S.

Por fim, este estudo de Lamengo e Vidal (2008), evidenciou a primeira ocorrência no Estado do Rio Grande do Sul de biótipo de *Conyza canadensis* com resistência ao herbicida glyphosate. Foi constatada também a ocorrência de biótipo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate em estágio jovem de desenvolvimento de plantas.

Caso 4 - Objetivando verificar a existência de biótipos resistentes da espécie de *Conyza bonariensis* ao glyphosate no município de Campo Mourão e Região, no Estado do Paraná, e buscar alternativas mais adequadas para o seu manejo. Foi conduzido no mesmo município, na fazenda Indaiá, na safra de 2007/2008, um experimento envolvendo os tratamentos (g. i. a. ha⁻¹):

- glyphosate, isolado (960, 1.440, 2.880, 4.800);
- glyphosate, associado ao 2,4-D (960 + 680, 1.280 + 680);

E na aplicação sequencial:

- Mistura formulada de paraquat + diuron (400 + 200; 300 + 150) dez dias após a primeira aplicação de glyphosate associado ao 2,4-D.

Os resultados, segundo esse estudo de Spessatto et al. (2009), mostraram que houve presença de biótipos de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate, mesmo na dosagem maior – o controle foi ineficiente, sempre inferior a 40%. Quando o glyphosate foi associado ao 2, 4 – D, houve um acréscimo no

controle, que passou para cerca de 70%, porém, ainda abaixo do mínimo aceitável que é de 80%.

A aplicação sequencial da mistura formulada de paraquat e diuron dez dias após a primeira aplicação do herbicida glyphosate associado ao 2,4-D foi a melhor alternativa, chegando a um controle de 98%.

4 DISCUSSÕES

4.1 MECANISMO DE AÇÃO DO GLYPHOSATE, MECANISMO DE RESISTÊNCIA DA BUVA (*Conyza bonariensis*)

As plantas daninhas absorvem e translocam o glyphosate até as raízes, causando a sua morte. Esta característica sistêmica é desejável, pois devem evitar as rebrotas após aplicação do herbicida, principalmente as ervas perenes (FONSECA e CAMPOSILVAN, 1987).

Resultado do experimento realizado por Moreira (2010), nas plantas de Buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*) em estágio fenológico de até dez folhas, mostra que o tratamento com amônio-glufosinato, o controle foi de: 60% aos 14 DAA; 58,3% aos 21 DAA; 48,3% aos 28 DAA; devido à alta brotação lateral das plantas de Buva.

Sendo herbicida de contato, plantas de Buva em estágio avançado de desenvolvimento e em ocorrência de alta infestação, o controle pode ser prejudicado.

Este herbicida é apresentado na formulação comercial como Finale, composta de 200g/L. de glufosinato-sal de amônio, não seletivo, ação total, do grupo químico homoalanina substituída. Recomendado no controle da *Conyza bonariensis* na cultura do café, e eucalipto - em aplicação dirigida⁶.

Ja o herbicida glyphosate [N-(fosfonometil) glicina] é um produto sistêmico, com amplo espectro de ação, recomendado em várias culturas (FONSECA e CAMPOSILVAN, 1987).

O herbicida é representado por várias formulações comerciais, como por exemplo o roundup original, composto por 360g/L. do equivalente ácido de N-(fosfonometil) glicina (glyphosate). Não seletivo, recomendado para o controle da Buva (*Conyza bonariensis*) no sistema de dessecação de área, antes da semeadura (soja)⁷.

⁶ Bula do produto/SEAB-DEFIS.

⁷ Bula do produto/SEAB-DEFIS.

Herbicidas distintos agem de forma diferenciada na sua ação de controle de plantas daninhas, assim como, ervas daninhas comportam-se de forma diferenciada ao tratamento herbicida.

Desta forma, é importante a classificação dos herbicidas segundo mecanismo de ação para o manejo adequado destas espécies daninhas (Anexo 2).

Um mesmo herbicida pode influenciar vários processos metabólicos na planta, entretanto, a primeira lesão biofísica ou bioquímica que ele causa na planta é caracterizada como o seu mecanismo de ação. A sequência de todas as reações até a ação final do produto na planta caracteriza o seu modo de ação (FERREIRA F. A. et al., 2005, p. 1).

Ainda segundo os mesmos autores (p. 3 e 4),

Herbicidas inibidores da EPSP sintase (glyphosate e sulfosate). Logo após a aplicação, há redução acentuada dos níveis dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), e as plantas tratadas com estes herbicidas param de crescer. Há também aumento acentuado na concentração de Shikimato, precursor comum na rota metabólica desses três aminoácidos. O sítio de ação é a enzima EPSP sintase (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase). Glyphosate inibe a EPSP sintase por competição com o substrato PEP (fósfoenolpiruvato), evitando a transformação do Shikimato em Corismato. A enzima EPSP sintase é sintetizada no citoplasma e transportada para o cloroplasto onde atua. O glyphosate se liga a ela pela carboxila do ácido glutâmico (glutamina) na posição 418 da sequência de aminoácidos. A simples redução de aminoácidos e a acumulação de Shikimato não explica a ação final do herbicida; Acredita-se que a desregulação da rota do ácido shikimico resulta na perda de carbono disponíveis para outras reações celulares na planta, uma vez que 20% do carbono das plantas é utilizado nessa rota metabólica, pois FEN, TIR e TRY são precursores da maioria dos compostos aromáticos nas plantas. O glyphosate reduz a síntese de fitoalexinas. Ocorre aumento da concentração em níveis tóxicos de nitrato, etileno, ácido cinâmico e outros compostos que aceleram a morte da planta.

O mecanismo de resistência do biótipo resistente (R) da Buva (*Conyza bonariensis*) ao herbicida glyphosate não pode ser atribuído à insensibilidade da Enzima EPSP sintase, ao glyphosate neste biótipo (CARDINALI, 2009).

Apesar de em menor intensidade, houve acúmulo de Shikimato no biótipo (R) em comparação com o biótipo (S) devido a menor inibição da Enzima EPSP sintase. Pode-se inferir que o mecanismo de resistência envolvido não é resultante da insensibilidade desta enzima ao glyphosate. Se houvesse total insensibilidade da enzima EPSP sintase, não haveria acúmulo de Shikimato nestas plantas.

Biótipos resistentes (R) e suscetível (S) ao glyphosate, da espécie daninha Buva (*Conyza bonariensis*) comportam-se de uma forma diferenciada em relação ao tratamento com este herbicida, O acúmulo de Shikimato na células onde o glyphosate atua, indica a atividade deste herbicida (CARDINALI, 2009).

A inibição competitiva da reação de condensação entre o PEP (fosfoenol piruvato) e o glyphosate, em função do tratamento, resulta no acúmulo de Shikimato, porém de forma diferenciada entre as duas populações (R e S).

Pesquisa conduzida neste sentido, comparando os níveis de acúmulo de ácido Shiquímico entre as duas populações (R) e (S) da espécie de Buva (*Conyza bonariensis*) após tratamento com o herbicida glyphosate, envolveu plantas desta espécie oriundas de área de citricultura no município de Matão/SP, com suspeita de resistência e outras plantas oriundas do município de Piracicaba/SP, considerada suscetível.

Tabela 8 – Concentração de Shikimato em matéria seca (Buva)

Biótipo	2 DAA	7 DAA
Suscetível (S)	2.629,00	18.980,14
Resistente (R)	2.791,60	10.683,85

Fonte: Cardinali (2009)

De acordo com a Tabela 8, a concentração de Shikimato em mg/kg de matéria seca nos biótipos (R) e (S) da *Conyza bonariensis*, após o tratamento com herbicida glyphosate. Avaliação em dois períodos (2 e 7 dias após a aplicação – DAA).

Comparativamente aos dois biótipos (R) e (S) de Buva e nos dois períodos de avaliação (2 e 7 DAA), o aumento no acúmulo de Shikimato nos tecidos do

biótipo sensível (S), de um período a outro, indica a atividade do herbicida glyphosate na planta, inibindo a enzima EPSP sintase.

No biótipo (R) também ocorre o aumento no acúmulo do Shikimato, porém, em uma intensidade menor, indicando o nível de inibição da enzima EPSP sintase. Conseqüentemente, podem ser consideradas resistentes a herbicida.

Dez dias após a aplicação do herbicida (10 DAA), 100% das plantas (S) morreram, enquanto que as plantas (R) sofreram apenas injúrias nas folhas, mas não suficientes para causar a morte destas plantas (CARDINALI, 2009).

4.1.1 Mecanismo de resistência da Buva (*Conyza bonariensis*)

A diferença na translocação do herbicida glyphosate nos biótipos resistentes (R) e suscetível (S) da espécie daninha Buva (*Conyza bonariensis*) foi verificada no experimento conduzido por Ferreira (2008). Podendo atribuir à translocação diferencial, o mecanismo de resistência envolvido.

Os dados obtidos com a quantificação por espectrometria de cintilação líquida da molécula de glyphosate marcado com carbono radioativo, indicam que (leitura 72HAT):

- No intervalo de tempo considerado, o acúmulo do herbicida glyphosate foi maior na folha tratada do biótipo resistente (R) em relação ao biótipo suscetível (S);
- O total de glyphosate na parte área (caule e folhas), na última avaliação, no biótipo suscetível foi cerca de quatro vezes mais do que no biótipo resistente;
- A concentração de glyphosate translocado da folha tratada para as demais partes da planta pelo biótipo suscetível que a do biótipo resistente.
- Na última leitura do experimento, cerca de 40% do glyphosate absorvido movimentou-se para outras partes da planta no biótipo suscetível, sendo que este valor foi de, aproximadamente, 9% no biótipo resistente.

Pelos resultados dos estudos, pode-se afirmar que, existe diferença significativa na translocação do herbicida glyphosate no biótipo resistente (R) e biótipo suscetível (S) na espécie de Buva.

No trabalho de Cardinali (2009), foi considerada a translocação diferencial como sendo um dos mecanismos envolvidos na resistência do biótipo resistente (R)

da planta daninha Buva (*Conyza bonariensis*) ao herbicida glyphosate, comparativamente ao biótipo suscetível (S) da mesma espécie. Nesta pesquisa, os resultados mostram que a absorção do glyphosate foi de aproximadamente 98% nos dois biótipos (R e S). No entanto, a taxa de translocação do glyphosate para as raízes foram 36,1% e 21,6% para os biótipos suscetível (S) e resistente (R), respectivamente (% do total absorvido)⁸.

A radiotividade na raiz, na parte aérea, na folha tratada e no líquido de lavagem da folha tratada foi determinada com a utilização de um herbicida comercial associado ao glyphosate marcado com carbono 14; possibilitando a quantificação por espectrometria de cintilação líquida.

4.2 CONTROLE QUÍMICO ALTERNATIVO

Considerando as alternativas de controle químico já mencionadas anteriormente, é importante incluir nesse trabalho de revisão, outras opções de controle químico avaliados.

A pressão de seleção causada pelo uso intensivo e por vários anos do herbicida glyphosate, aumentou a freqüência gênica dentro da espécie daninha Buva (*Conyza bonariensis*) do biótipo resistente (R), tornando a população resistente a este herbicida (MOREIRA et al., 2007).

O conhecimento das características biológicas desta espécie daninha, Buva, e das características químicas desses herbicidas alternativos, possibilita manejo de plantas daninhas resistentes.

Recomendações técnicas devem ser seguidas tanto nas aplicações isoladas como em associações com outros produtos. Prevenindo o surgimento de novos casos.

Os resultados obtidos nos experimentos e que constam nas Tabelas: 1, 5, 6, 7, 8 e 9 (Anexo 4), mostram que o herbicida glyphosate não apresenta controle satisfatório da espécie daninha Buva, em aplicações isoladas.

Demonstra que a população de Buva em estudo é composta predominantemente de biótipos resistentes (R).

⁸Estes dados foram obtidos 72HAT.

Na pesquisa conduzida por Moreira et al. (2007), a dosagem recomendada do herbicida (glyphosate 720 g/ha), controlou adequadamente a população considerada suscetível (S) de *Conyza bonariensis*. No entanto, foi necessária uma dosagem oito vezes maior (glyphosate 5.760 g/ha) para obter um controle de aproximadamente 80%, no biótipo (R) suspeita de resistente da mesma espécie.

No tratamento do experimento representado na Tabela 1 (Anexo 4), o controle com glyphosate foi de 57,5% aos 28 DAA, sendo que houve redução deste índice aos 44 DAA para 19,25%.

No tratamento do experimento representado na Tabela 4 (Anexo 4), o controle com glyphosate foi de 65% aos 28 DAA, o índice aumentou para 90% aos 84 DAA.

Nos tratamentos dos experimentos representado nas Tabelas 8 e 9 (Anexo 4), em diferentes estádios fenológicos da espécie (*Conyza* spp). O máximo de controle atingido aos 28 DAA, foi de 28,3% quando a Buva encontrava-se na fase inicial de crescimento.

Os resultados obtidos nos experimentos representados nas Tabelas 5 e 6 (Anexo 4) indicam que a aplicação do herbicida glyphosate nas plantas de Buva (*Conyza* spp) a porcentagem de controle após a primeira aplicação chega a 76,74% aos 45 DAA, abaixo do mínimo desejável. Sendo que a porcentagem de controle após a segunda aplicação, em aplicação sequencial de glyphosate, este índice é de 41,97% no mesmo período considerado, 45 DAA.

Os resultados obtidos no experimento representados na Tabela 7 (Anexo 4), mostram que as diferentes formulações comerciais do ingrediente ativo glyphosate, nas diferentes dosagens, foram insuficientes no controle da espécie Buva (*Conyza* spp).

Aos 21 DAA o máximo de controle obtido foi com o produto Roundup ultra (2,2 kg/ha), 41%. Aos 28 DAA, o máximo de controle obtido foi com o produto Roundup WG (2,0 kg/ha), 76%.

O herbicida glyphosate, em associação com o bromacil + diuron, controlou a espécie de Buva (*Conyza* spp) em 88,3%, aos 28 DAA, no experimento representado na Tabela 8 (Anexo 4). Porém, a mesma combinação glyphosate + (bromacil + diuron) controlou 73,1% aos 45 DAA (Tabela 5 do Anexo 4). A mesma espécie (*Conyza* spp) representado na Tabela 6 (Anexo 4), mesma na aplicação

sequencial glyphosate + (bromacil + diuron) + sequencial de glyphosate - o controle foi 47,78% aos 45 DAA.

O herbicida glyphosate, associado ao metribuzin, apresentou um controle de 99,5% aos 44 DAA, considerado excelente. Aos 28 DAA, este controle já era de 90% no experimento representado na Tabela 1 (Anexo 4).

Já o resultado obtido em outro experimento, representado na Tabela 9 (Anexo 4), na associação glyphosate + metribuzin, a porcentagem de controle foi de 16,3% aos 28 DAA.

O herbicida glyphosate, em associação com o 2,4-D, apresentou o controle de 82,5% aos 28 DAA, da Buva (*Conyza bonariensis*) atingindo o nível de controle de 98,7% aos 84 DAA.

Neste mesmo experimento, representado na Tabela 4 (Anexo 4), o herbicida 2,4-D aplicado isolado controlou 62,5% aos 28 DAA, e 85% aos 84 DAA.

Em um outro experimento, cujos resultados estão representados na Tabela 7 (Anexo 4), a associação Roundup original + DMA + Spider ocasionou controle acima de 90% aos 28 DAA, na Buva (*Conyza* spp).

O herbicida 2,4-D em associação com outros componentes, também foram avaliados em um outro experimento, os resultados estão representados na Tabela 2 (Anexo 4). Select + Roundup transorb + 2,4-D + Lanzar, combinações em diferentes dosagens do Select, proporcionou o controle de 100% aos 42 DAA, na espécie de planta daninha Buva (*Conyza* spp).

O tratamento com o metsulfuron-methyl (4g.i.a/ha) e o atrazine (3000g.i.a/ha) apresentaram redução significativa da população de Buva (*Conyza* sp) aos 90 DAA; com 1,08 plantas/m² e 0,68 plantas/m² comparativamente à testemunha com 16,25 plantas/m² (Tabela 3 do Anexo 4).

Este fato tem importância, pois baixa infestação no período que antecede a semeadura da soja – safra verão, facilita o controle desta espécie daninha Buva (*Conyza* spp).

O herbicida Ally, formulação comercial na forma de granulado dispersível, tem como ingrediente ativo metsulfuron metílico na concentração de 600g/kg.

Herbicida muito utilizado na região, na cultura do trigo e aveia preta, o qual é seletivo, no controle de plantas daninhas diversas. Produto sistêmico, pertence ao grupo químico das sulfoniluréias, inibidor da enzima ALS (Aceto Lactato Sintase),

responsável pela síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina, isoleucina) inibe a produção de proteínas, interferindo na divisão celular, e levando a planta a morte. Em função do poder residual do produto, observar o período de 60 dias antes do plantio da soja⁹.

O herbicida glufosinato-sal de amônia, aplicado isoladamente ou em associações com outros produtos químicos, no geral proporcionam controle satisfatório da espécie Buva, nos experimentos e no último período de avaliação, conforme Tabelas 8, 9, 10, 1 e 5 (Anexo 4).

Porém, cabe ressaltar que no tratamento do experimento, Tabela 8 (Anexo 4), o amônio glufosinato controlou apenas 48,3% da população de Buva (*Conyza* spp) aos 28 DAA, no estágio fenológico de crescimento inicial (até 10 folhas) devido a brotações laterais intensas.

No estágio fenológico de pré-florescimento, na avaliação aos 28 DAA, a porcentagem de controle da espécie Buva (*Conyza* spp) com amônio glufosinato isolado foi de 76,6%; com amônio glufosinato associado ao glyphosate foi de 78,6%; com o amônio glufosinato associado ao flumioxazin foi de 73,3%.

O melhor resultado foi obtido com o amônio glufosinato associado com o metribuzin, tendo uma porcentagem de controle de 100% em todos os períodos avaliados (Tabela 1 do Anexo 4).

4.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Esta tecnologia moderna direcionada para aplicação de herbicidas permite racionalizar o uso de agrotóxico e minimizar o impacto ambiental, oportuno a uma indicação no contexto do manejo integrado de plantas daninhas.

Interessante salientar que a identificação, a identidade, a fase de desenvolvimento, bem como a distribuição espacial das plantas daninhas na área agrícola a ser cultivada permite a aplicação localizada de herbicidas, consequentemente racionalizando o uso de produtos químicos.

Segundo Queiroz et al. (2000), a agricultura de precisão possibilita o profissional responsável pelo manejo melhorar o entendimento e ter maior controle

⁹Bula do produto Ally/Du pont/SEAB/dia 16/02/2011.

sobre os sistemas de tratamento dos campos de produção. Esta tecnologia tem por objetivo aumentar a eficiência com base no manejo diferenciado de áreas na agricultura. Porém, não significa necessariamente a obtenção de produtividade máxima, mas a otimização do retorno financeiro dentro de restrições impostas pelo meio ambiente.

Interessante destacar o trabalho de avaliação da eficiência e a economia de herbicidas, de Baio e Balastreire (2002), realizado na fazenda Lagoa Velha, localizada no município de Campos Novos Paulista, no Estado de São Paulo, em que foi adotado um sistema de aplicação localizada.

Nesta pesquisa foi realizado um mapeamento de plantas daninhas pelo contorno das manchas de ocorrência em um campo de produção agrícola, onde foram localizadas 6 espécies: Buva (*Conyza bonariensis*), Capim amargoso (*Digitaria insularis*), Capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*), Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), Macelinha (*Gnaphalium spicatum*) e Picão preto (*Bidem pilosa*). Possibilitando assim, a criação de um mapa de prescrição de herbicida (BAIO e BALASTREIRE, 2002).

As dosagens possíveis do herbicida glyphosate (Roundup) foram: 2,5 l/ha.; 3,0 l/ha.; 4,0 l/ha.; 5,0 l/ha. Estas dosagens foram selecionadas considerando-se a variabilidade espacial das plantas daninhas e o estágio de desenvolvimento de cada espécie.

A pulverização do herbicida segundo as razões das variáveis detectadas pelo equipamento de localização de defensivos promoveu o controle adequado das plantas daninhas mapeadas na área experimental. O sistema utilizado permitiu uma economia de 31,6% em herbicida, quando comparado à aplicação em área total com dosagem única. Foi aplicada a dosagem máxima (5,0 l/ha.) em somente 14,8% da área, enquanto que pela aplicação comercial seria a quantidade necessária a aplicação em área total.

Segundo os autores, Baio e Balastreire (2002), os estudos demonstraram a eficiência da tecnologia no controle de plantas daninhas, contribuindo ainda na racionalização do uso de agrotóxico.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os autores estudados, conclui-se que a resistência de planta daninha a herbicida é fenômeno constatado envolvendo várias espécies invasoras, como também diversos herbicidas, devido ao manejo inadequado dessas invasoras e ao uso indevido desses produtos químicos.

Na mudança do sistema convencional de plantio para o sistema conservacionista, o controle de plantas daninhas com a aplicação de herbicidas antes da semeadura da soja, dessecação de área, passou a ser uma prática comum e o herbicida, tendo como ingrediente ativo glyphosate, foi intensivamente utilizado por vários anos.

De certa forma, o controle químico das plantas daninhas viabilizou o sistema da semeadura direta, contribuindo com a conservação do solo. No entanto, nos últimos anos os agricultores têm encontrado dificuldade no controle da Buva (*Conyza bonariensis*) com o herbicida glyphosate, até então muito eficaz.

Diversos autores, em diferentes épocas e localidades, confirmam nos seus estudos a ocorrência de populações da espécie Buva resistentes ao herbicida glyphosate. A causa provável é a ocorrência de populações de Buva constituídas predominantemente de biótipos resistentes. Aplicações indiscriminadas e sucessivas do herbicida glyphosate, pela pressão de seleção, causaram o aumento na frequência gênica dos biótipos resistentes.

6 RECOMENDAÇÕES

- O revolvimento do solo com implementos agrícolas, resulta na incorporação do banco de sementes da superfície para a camada mais profunda do solo, reduzindo com isso o potencial de infestação. Em áreas com alta infestação e/ou problema com população resistente de Buva, esta prática é viável desde que com critérios, observando a declividade do terreno e o tipo de solo. Estudos demonstram a drástica redução na germinação de sementes desta espécie, quando posicionadas nas camadas mais profundas do solo;
- Capina com implementos agrícolas simples com a enxada ou mesmo o arranquio de plantas de buva em locais como terraços, beira de estrada, pátio ao redor das casas e barracões podem ser feitos, assim como plantas de Buva remanescentes em área de plantio após a aplicação de herbicidas;
- Herbicidas alternativos com mecanismos de ação distintos podem ser utilizados para o controle de populações de Buva resistentes ao herbicida glyphosate, e com eficácia de acordo com estudos de autores citados no trabalho. Estes herbicidas alternativos devem ser utilizados com critérios, no sentido de evitar novos casos de resistência;
- O fato da planta daninha Buva ser uma espécie fotoblástica positiva, como demonstra o estudo de Vidal et al. (2007), uma cobertura vegetal com uma espécie que produz uma grande massa orgânica, resultando em uma situação de sobreamento, impede a incidência de luz necessária para iniciar o processo de germinação e na sequência da emergência. Portanto, essa cobertura vegetal sobre o solo dificulta a germinação e a emergência de plantas daninhas, uma prática na prevenção ou redução da Buva. Nesse contexto, Vidal et al. (2007) salienta que a aveia preta promove a redução do potencial de infestação na cultura da soja.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. T. Apresentação. In.: FONTES, J. R. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas. **Documentos (103) – EMBRAPA**, dez. 2003.

AMARANTE JR, O.P.; SANTOS, T.C.R; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Revista Química Nova**, v.25, n.4, p.589-593, 2002.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **SAI – Sistema de Informações sobre Agrotóxicos**. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 12 de agosto de 2010.

BALASTREIRE, L. A. ; BAIO, F. H. R. . Avaliação de um Sistema para Aplicação Localizada de Defensivos Baseado na Variabilidade Espacial de Plantas Daninhas. In: **III Simpósio sobre Agricultura de Precisão**, 2002, Piracicaba - SP.

BARJA, B. C.; HERSZAGE, M.; AFONSO, M. S. Iron(III) - phosphonate complexes. **Polyhedron**, Oxon, v.20, p.1821-1830, 2001.

BRAGUINI, W.L. **Efeitos da deltametrina e do glifosato, sobre parâmetros do metabolismo energético mitocondrial, sobre membranas artificiais e naturais e experimentos *in vivo***. Tese de Doutorado, 191 p., UFPR, Curitiba, 2005.

CARDINALI, V. C. B. **Caracterização fisiológica, enzimática e molecular dos mecanismos de resistência da planta daninha *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate e alternativas de controle**. Dissertação, 191 p., Piracicaba, 2009.

CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R. R.; FIGUEIRA, A. V. O.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Seletividade de herbicidas por metabolismo diferencial: considerações para redução de danos em culturas agrícolas. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P. J., LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situações no Brasil e no mundo. In.: CHRISTOFFOLETI, P. J. (coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: HRAC-BR, 2008, 120 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta daninha**, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.

AGROINDUSTRIAL COOPERATIVA - COAMO. Toledo. 2010. Disponível em: <<http://www.coamo.com.br/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2010.

COUTINHO, C. F. B. et al. Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 15, p. 65-72, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa. Buva é o principal problema no início da safra de soja, 2008. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 03 de agosto de 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa. Manejo inadequado de plantas daninhas interfere no controle de soja RR, 2006. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 03 de agosto de 2010.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. In.: **V Congresso Brasileiro de algodão**, Bahia, 2005.

FERREIRA, E.A. et al. Translocação do Glyphosate em Biótipos de Buva (*Conyza bonariensis*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 637-643, 2008.

FONSECA, L. B.; CAMPOSILVAN, D. Herbicida de translocação e técnicas de aplicação. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 69-76, 1987.

FONTES, J. R. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas. **Documentos (103) – EMBRAPA**, dez. 2003.

FRANZ, J.; MAO, M.; SIROKI, J. **A Unique Global Herbicide**. Monografia, 189 p., Washington, 1997.

GAEDE, M.; ROCKEMBACH, D.; BIANCHI, M. A. Controle de buva (*Conyza spp.*) utilizando diferentes formulações de glifosato e com associação de glifosato com 2,4-D e diclosulan. In.: **XV Seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão**, 2010, Cruz Alta-RS.

GAZZIERO, D. L. P. et al. As plantas daninhas e a semeadura direta. **Embrapa soja, Circular técnica (33)**, Londrina, 2001.

GAZZIERO, D. L. P. et al. **Tabela periódica dos herbicidas**, EMBRAPA, folder n. 4, fev. 2004.

GEREMIA, D. et al. Uso dos herbicidas metsulfuron-methyl e atrazine no manejo da buva (*Conyza sp.*). In.: **XXVII Congresso Brasileiro da ciência das plantas daninhas**, 2010, Ribeirão Preto-SP.

GRESSEL, J.; SEGEL, L. A. Modeling the effectiveness of herbicide rotation and mixtures as strategies to delay or prelude resistance. **Weed Technol.** v. 4, p. 186-198, 1990.

HANF, M. **The arable weeds of Europe with their seedlings and seeds**. 1983, 494 p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. 2006. Relatório. Disponível em: <www.pr.gov.br/iap/>. Acesso em: 23 de novembro de 2010.

I.RIEDI & CIA. LTDA. Toledo. 2010. Disponível em: <<http://www.riedi.com.br/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2010.

KARAM, D. et al. Manejo químico de buva (*Conyza bonariensis*) pelo uso de herbicidas isolados e em mistura. In.: **XXVII Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas**, 2010, Ribeirão Preto-SP.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997, 825 p.

KISSMANN, K. G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. São Bernardo do Campo: BASF, 1996.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. **BASF**, p.152- 156, 1999.

LACERDA, A. I. S.; FILHO, R. V. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia: revista de ciencias agronômicas**, v. 63, n. 001, p. 73-79, 2004.

LAMEGO, F.P.; VIDAL, R.A. Resistência ao Glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Planta Daninha**, v.26, n.2, p.467-471, 2008.

LAZAROTO, C.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Biologia e ecofisiologia da buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Revista Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.

LEBARON, H. M.; GRESSEL, J.; **Herbicide Resistance in Plants**. New York : Wiley – interscience publications, 1982. 401 p.

LIMA, M. R. et al. (ed.). **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de ciências agrárias, 2006.

LIMA, V. C. et al. (ed.). **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Departamento de solos e engenharia agrícola, 2007.

MACHADO, A. F. L. **Tolerância de genótipos de eucalipto ao glyphosate**. Tese, 65 p., Viçosa-MG, 2009.

MAROCHI, A. I. et al. Manejo da planta daninha azevém (*Lolium Multiflorum* Lam) resistente ao herbicida glyphosate na região sul do Brasil. In.: **XXIV Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas**, 2004, São Pedro-SP.

MERVOSH, T. L.; BALKE, N. E. Effect of calcium, magnesium, and phosphate on glyphosate absorption by cultured plant cells. **Weed Sci.**, Lawrence, v.39, p.347, 1991.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. 2002. Instrução normativa n. 46. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 24 de setembro de 2010.

MOREIRA, M. S. et al. Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta daninha**, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.

MOREIRA, M. S. et al. Resistência de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta daninha**, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

OLIVEIRA Jr. R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In.: OLIVEIRA Jr. R. S.; CONSTANTIM, J. (org.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Livraria e editora agropecuária, 2001, p. 207-260.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 1-24, set. 1987.

POWLES, S.B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in biochemistry**. Boca Raton, 1994.

PROCÓPIO, S. O. et al. Estudos anatômicos de folhas de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil. III. *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* e *Ipomoea cairica*. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 1-9, 2003.

QUEIROZ, D.M. de; DIAS, G.P.; MANTOVANI, E.C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: Borém et al. (ed.). **Agricultura de Precisão**. Viçosa: A. Borém e outros, p.1-42, 2000.

RICHETTI, A. et al. Cultura do algodão no cerrado, **EMBRAPA Algodão**, jan. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/index.htm>>. Acesso em: 12 de agosto de 2010.

RITTER, M. R.; BAPTISTA, L. R. M. Levantamento florístico da família Asteraceae na Casa de Pedra, Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, n. 60, p. 5-10, 2005.

RIZZARDI, M. A. et al. Um belo problema. **Revista FMC Square**. FMC Agricultural products. Campinas-SP, a. 3, n. 5, p. 5-9, mai. 2007.

ROMAN, E.S. et al. Resistência de Azevém (*Lolium Multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta daninha**, v. 22, n. 2, 301-306, 2004.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SEAB. **Coletânea da legislação estadual e federal de agrotóxicos**. Curitiba: SEAB/DEFIS, 1997.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ – SEAB. 2010. DEFIS/DERAL. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/>>. Acesso em: 17 de agosto de 2010.

SILVA, J. F. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In.: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007.

SPADER, V.; MATERA, J. Controle de capim amargoso tolerante e buva resistente ao herbicida glyphosate. In.: **XXVII Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas**, 2010, Ribeirão Preto-SP.

SPESSATTO, R. J. et al. Manejo do biótipo da espécie *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate no município de Campo Mourão. In.: **III Congresso científico da Região Centro-Ocidental do Paraná**, 2009. Disponível em: <http://www.grupointegrado.br/concepar2009/>. Acesso em: 15 de julho de 2010.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.; KRUSE, N. D.; NUNES, A. L. Bioensaios para identificação de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência múltipla a inibidores da ALS e da Prottox. **Planta daninha**, v. 24, n. 3, p. 563-571, 2006.

THEBAUD, C. et al. Assessing why two introduced *Conyza* differ in their ability to invade Mediterranean old fields. **Ecology**, v. 77, n. 3, p. 791-804, 1996.

TREMMELE, C.D.; PETERSON, K.M. Competitive subordination of a piedmont old field successional dominant by an introduced species. **American Journal of Botany**, v. 70, n. 8, p.1125-1132, 1983.

TUFFI SANTOS, L. D. ; MEIRA, R.M.S.A.; SANTOS, I.C.; FERREIRA, F.A. Efeito do glyphosate sobre morfoanatomia das folhas e do caule de *Commelina diffusa* e *C. benghalensis*. **Planta daninha**, v. 22, n. 1, p. 101-106, 2004.

VARGAS, L. et al. Manejo de Azevém resistente ao glyphosate em pomares de maçã com herbicidas select (clethodim). **Revista Brasileira de Herbicidas**, n. 1, p. 30-36, 2006.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta daninha** v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VIDAL, R. A.; KALSING, A.; GOULART, I. C. G. R.; LAMEGO, F. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta daninha**, v. 25, n. 2, p. 309 a 315, 2007.

VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr. A. et al. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. **Planta daninha**, v. 17, n. 3, p. 367-373, 1999.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA – WSSA. 2006. Disponível em: <<http://www.wssa.net/>>. Acesso em: 14 de novembro de 2010.

WILLIAMS, G. M.; KROES, R.; MUNRO, I. C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. **Toxicology Pharm.**, Orlando, v. 31, p. 117-165, 2000.

WU, H.; WALKER, S. **Fleabane**: fleabane biology and control, 2004. Disponível em: <[http://www.weeds.crc.org.au/documents/fleabane_proceedings% 20_mar_04.pdf](http://www.weeds.crc.org.au/documents/fleabane_proceedings%20_mar_04.pdf)>. Acesso em: 05 de agosto de 2010.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Glifosato, herbicida com singular modo de ação**: efeitos secundários e implicações fisiológicas e agronômicas. 2004. Disponível em: <<http://www.ipni.org>>. Acesso em: 10 de agosto de 2010.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. **Revista Planta Daninha**, v.28, n.2, p.309-317, 2010.

YAMAUTI, M. S. et al. Controle químico de biótipos de buva (*Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*) resistentes ao glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p.495-500, jul.-set. 2010.

ZINZOLKER, A. et al. Effects of environmental factors on the germination and flowering of *Conyza albida*, *C. bonariensis* and *C. canadensis*. **Phytoparasitica**, v. 13, n. 3, p. 229-230, 1985.

ANEXOS

ANEXO 1 – SITUAÇÕES EM QUE A BUVA PODE OCORRER



Figura 1 – Presença da Buva em área de reflorestamento (eucaliptos). Localidade: Novo Sobradinho, município de Toledo/PR.



Figura 2 – Presença da Buva em cultura permanente (café). Localidade: Carajás, município de Jesuítas/PR.



Figura 3 – Área após a colheita da cultura de inverno (trigo). Localidade: Ramal Oliveira Ruela, município de Assis Chateaubriand/PR.



Figura 4 – Presença de Buva em área de pousio. Localidade: próximo a Santa Rita, município de Assis Chateaubriand/PR.



Figura 5 – Cultura do milho na fase inicial de desenvolvimento, em área após a dessecação de aveia preta (inverno). Localidade: Concórdia do Oeste, município de Toledo/PR.



Figura 6 – Área após a colheita do milho safrinha. Infestação de várias espécies daninhas, inclusive a Buva. Localidade: Massapê, município de Assis Chateaubriand/PR.



Figura 7 – Presença de Buva em área urbana. Localidade: Concórdia do Oeste, município de Toledo/PR.



Figura 8 – Presença de Buva na beira da estrada. Localidade: Próximo a Santa Rita, município de Assis Chateaubriand/PR.



Figura 9 – Área após a colheita do milho safrinha – plantas de Buva remanescentes após o tratamento com o herbicida glyphosate. Localidade: Palmitolândia, município de Tupãssi/PR.



Figura 10 – Área pós a colheita do milho safrinha, capina manual da Buva remanescente após o tratamento com herbicida glyphosate. Localidade: próximo ao laticínio, município de Maripá/PR.



Figura 11 – 50 dias após a colheita do milho safrinha, duas situações na mesma área: lado direito – aplicação do herbicida glyphosate associado com o metsulfuron metílico logo após a colheita; lado esquerdo – sem os tratamentos, infestação de Buva. Localidade: Município de Assis Chateaubriand/PR.



Figura 12 – Plantas de Buva, na lavoura de soja em função da falha na aplicação de herbicida (linhas de demarcação entre as passadas do pulverizador). Localidade: São Clemente, município de Santa Helena/PR.

ANEXO 2 – TABELA PERIÓDICA DOS HERBICIDAS

TABELA PERIÓDICA DOS HERBICIDAS						
ACCcase	Nome Comum					PROTOX
Clodinafop Diclofop Fenoxaprop Fluazifop Haloxifop Propaquizafop Quizalofop Clefoxydim Clethodim Sethoxydim Tepaloxymim	CAROTENO	FOTOSSISTEMA (FS)				Acifluorfen Fomesafen Lactofen Oxyfluorfen Flumioxazin Flumiclorac Oxadiazon Sulfentrazone Carfentrazone
	Clomazone Isoxaflutole Norflurazon Mesotrione	FS I	FS II			
		Diquat Paraquat	Ametryne Atrazine Cyanazine Prometrine Simazine Metribuzin Hexazinone	Diuron Linuron Propanil Tebuthiuron*	Bentazon loxynil	
A	F	D	C1	C2	C3	E
ALS		EPSPS	DIVISÃO CELULAR			AUXINA
Chlorimuron Halosulfuron Metsulfuron Nicosulfuron Oxasulfuron Pyrazosulfuron Bispyribac Azinsulfuron Pyrithiobac Iodosulfuron Foramsulfuron	Imazapic Imazamox Imazapyr Imazaquin Imazethapyr Cloransulam Diclosulam Flumetsulam Flazasulfuron Etoxysulfuron	Glyphosate Sulfosate GLUTAMINA Amônio- glufosinato	Raiz Oryzalin Pendimethalin Trifluralin Thiazopyr	Parte Aérea Molinate Thiobencarb Acetochlor Alachlor Dimethenamid Metolachlor		2,4-D Dicamba Fluroxypyr Picloran Triclopyr Quinclorac
	B	H	K1	N	K3	O

TABELA PERIÓDICA DOS HERBICIDAS						
ACCase	Marca Comercial					PROTOX
Topic Iloxan Podium/Furore Fusilade Verdict Shogun Targa Aura Select Poast Aramo	CAROTENO	FOTOSSISTEMA (FS)				Blazer/Tackle Flex Naja/Cobra Goal Flumizin Sumisoya Radiant Ronstar Boral Aurora
	Gamit Provence Zorial Callisto	FS I	FS II			
A		F	Reglone Gramoxone Gramocil	Ametryne * Atrazine * Bladex Gesagard Simazine * Sencor Velpar K/ Advance/ Hexaron	Diuron * Afalon Propanil * Tebuthiuron*	Basagran/Banir Totril
		D	C1	C2	C3	
ALS	EPSPS	DIVISÃO CELULAR			AUXINA	
Classic/Smart Sempra Ally Sanson Chart Sirius Nominee Gulliver Staple Equip Plus	Plateau Sweeper Countain Scepter/Topgan Pivot/Vezir Pacto Spider Scorpion Katana Gladium	Glyphosate * Zapp G GLUTAMINA Finale / Liberty	Raiz	Parte Aérea		2,4-D * Banvel Starane Padron Garlon Facet
			Surflan Herbadox Trifluralin * Visor	Ordran Saturn	Fist/Kadett Laço Zeta Dual	
B	H	K1	N	K3	O	

Fonte: Gazziero et al. Embrapa Soja (2004)

*Várias marcas comerciais; ** Classificação dos grupos químicos por letra, adotado pelo HRAC - Internacional

ANEXO 3 – CASOS CONFIRMADOS DE AZEVÉM RESISTENTE AO GLYPHOSATE

Resultado do experimento – Manejo da planta daninha azevém (*Lolium multiflorum* LAM) resistente ao herbicida glyphosate na Região Sul do Brasil – que teve por objetivo estudar alternativas de manejo dessas populações suspeitas através de aplicações complementares.

Tabela 1 - Tratamentos, doses utilizadas e controle de *Lolium multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate

Tratamentos Nome comum	Dose e.a. ou i.a. (g ha^{-1})	Controle (%)	
		14 DAA	29 DAA
1. glyphosate/ paraquat + diuron	960/200+100	63,3de	88,3ab
2. glyphosate/ paraquat + diuron	960/400+200	60,0e	91,7a
3. glyphosate/ paraquat + diuron	960/600+300	63,3de	96,a
4. glyphosate/ paraquat + diuron	1440/200+100	73,3cde	88,3ab
5. glyphosate/ paraquat + diuron	1440/400+200	70,0cde	93,3a
6. glyphosate/ paraquat + diuron	1440/600+300	70,0cde	96,0a
7. glyphosate/ paraquat + diuron	1920/200+100	75,0cd	90,0a
8. glyphosate/ paraquat + diuron	1920/400+200	75,0cd	93,3a
9. glyphosate/ paraquat + diuron	1920/600+300	73,3cde	95,0a
10. glyphosate/ glyphosate	960/960	63,3de	68,3c
11. glyphosate/ glyphosate	1440/960	80,0bc	75,0c
12. glyphosate/ glyphosate	1920/960	75,0cd	78,3bc
13. paraquat + diuron/paraquat + diuron	400+200/200+100	90,0ab	94,3a
14. paraquat + diuron/paraquat + diuron	400+200/400+200	93,3ab	96,7a
15. paraquat + diuron/paraquat + diuron	400+200/600+300	95,0a	96,7a
16. Testemunha sem aplicação	-	0,0f	0,0d

Fonte: Marochi et al.(2002, p. 2)

Nota: Médias seguidas de letra iguais minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si através do teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados dos experimentos - resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate – que tiveram por objetivo avaliar a deficiência de herbicida de ação total na dessecação de *Lolium multiflorum* para a semeadura direta de trigo.

Tabela 2 - Toxicidade provocada por doses crescentes de glyphosate e dos herbicidas glufosinate, haloxyfop-r, diclofop e paraquat, aplicados sobre um biótipo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente e um sensível

Produto	Dose (g ha^{-1})	Toxicidade (%)					
		Biótipo sensível			Biótipo resistente		
		7 DAT ¹	14 DAT	25 DAT	7 DAT	14 DAT	25 DAT
1- Testemunha	0	0 b ^{2/}	0 b	0 b	0 e	0 d	0 e
2- Glyphosate	360*	90 a	100 a	100 a	0 e	0 d	0 e
3- Glyphosate	720*	95 a	100 a	100 a	6 de	14 c	12 d
4- Glyphosate	1440*	95 a	100 a	100 a	11 d	20 c	15 d
5- Glyphosate	2880*	95 a	100 a	100 a	25 c	40 b	30 c
6- Glyphosate	5760*	95 a	100 a	100 a	38 b	48 b	45 b
7- Glufosinate	400	100 a	100 a	100 a	95 a	100 a	100 a
8- Haloxyfop-r	60	95 a	100 a	100 a	90 a	100 a	100 a
9- Diclofop	284	95 a	100 a	100 a	90 a	100 a	100 a
10- Paraquat	400	100 a	100 a	100 a	100a	100 a	100 a

Fonte: Roman et al. (2004, p. 304)

*Doses em g e.a. ha⁻¹; ^{1/} Dias após o tratamento; ^{2/} Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Controle (%) de azevém com diversos herbicidas aos 26 DAA

Tratamento	Dose (g ha ⁻¹)	Controle ^{2/}
10- Clethodim	79,2	91,25 a
9- Diuron +Paraquat	300 + 600	86,25 a
8- Diuron +Paraquat	200 + 400	72,5 b
6- Glyphosate	3.240 ^{1/}	65,0 b
7- Diuron +Paraquat	150 + 300	60,0 b c
5- Glyphosate	2.700 ^{1/}	60,0 b c
4- Glyphosate	2.160 ^{1/}	50,0 c
3- Glyphosate	1.620 ^{1/}	37,5 d
2- Glyphosate	1.080 ^{1/}	32,5 d e
1- Glyphosate	540 ^{1/}	22,5 e
11- Testemunha	-	0,0 f

Fonte: Roman et al. (2004, p. 304)

^{1/} Doses em g e.a. ha⁻¹. ^{2/} Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Resultado do experimento – Manejo de azevém resistente ao glyphosate em pomares de maçã com herbicida select (*Clethodim*) – que teve por objetivo avaliar a eficiência do herbicida clethodim sobre os biótipos de azevém resistentes a glyphosate.

Tabela 4 - Controle de azevém resistente a glyphosate com diferentes doses de Select (*clethodim*)

No.	Tratamento	Dose		Avaliações toxicidade (%)				
				7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	35 DAT
		L ha ⁻¹	g i.a. ou e.a. ha ⁻¹	18/10/04	25/10/04	01/11/04	08/11/04	16/11/04
1	TESTEMUNHA	---	---	0 f	0 g	0 f	0 f	0 e
2	ROUNDUP	1,5	540	8,7 e	12,5 f	13,7 e	10,0 e	6,2 de
3	ROUNDUP	3	1080	20,0 d	42,5 d	40,0 d	18,7 d	11,2 d
4	ROUNDUP	6	2160	38,7 b	67,5 b	68,7 c	53,7 c	35,0 c
5	ROUNDUP	12	4320	53,7 a	85,0 a	82,5 b	73,7 b	63,7 b
6	ROUNDUP + SELECT 240 CE + LANZAR	1,5	540	28,7 c	80,0 a	96,5 a	97,2 a	100 a
		0,35 1	84 --					
7	SELECT 240 CE+ LANZAR	0,35 1	84 --	12,5 e	56,2 c	95,2 a	95,7 a	100 a
8	SELECT 240 CE+ LANZAR	0,3 1	72 --	10,0 e	51,2 c	85,0 b	95,7 a	100 a
9	SELECT 240 CE+ LANZAR	0,25 1	60 --	6,2 ef	32,5 e	83,7 b	91,2 a	99 a
10	SELECT 240 CE+ TARGA + LANZAR	0,125	30	11,2 e	78,5 a	83,7 b	93,7 a	100 a
		0,6 1	30 --					

Fonte: Vargas et al. (2006, p. 35)

Coefficiente de variação: 9,4%

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

ANEXO 4 – HERBICIDAS ALTERNATIVOS PARA O CONTROLE DA BUVA

Resultados do experimento – alternativas de controle de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate em pomares cítricos – que teve por

objetivo estudar herbicidas alternativos para o controle de biótipos ao herbicida glyphosate em populações de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* em pomares de citrus do Estado de São Paulo.

Tabela 1 – Controle percentual de Buva após aplicação de 15 tratamentos herbicidas, avaliado aos 14, 28 e 44 DAA (Matão/SP, 2008)

Tratamento	Dose g.ha ⁻¹ de i.a. ¹	Controle percentual		
		14 DAA	28 DAA	44 DAA
Testemunha sem capina	-	0,00 f	0,00 c	0,00 d
Amonio-glufosinato	400	98,75 a	97,75 a	97,00 a
Amonio-glufosinato	500	99,50 a	97,50 a	96,25 a
Amonio-glufosinato*	400+0,5% v/v	99,50 a	98,25 a	96,50 a
Amonio-glufosinato*	500 + 0,5% v/v	99,50 a	98,25 a	96,25 a
Amonio-glufosinato + glyphosate	400 + 1440	90,25 a	97,00 a	94,00 a
Amonio-glufosinato + metribuzin	400 + 960	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Glyphosate + metribuzim	+ 1440 + 960	76,25 b	99,00 a	99,50 a
Amonio-glufosinato + diuron	400 + 1200	99,75 a	98,00 ab	98,75 a
Amonio-glufosinato + diuron	400 + 1600	100,00 a	99,50 a	99,50 a
Glyphosate	1440	28,75 e	57,50 b	19,25 cd
Glyphosate + diuron	1440 + 1200	50,00 d	70,00 b	45,00 bc
Glyphosate + diuron	1440 + 2000	57,50 cd	67,50 b	52,50 b
Glyphosate (atrazine + simazina)	+ 1440 + 625 + 625	71,25 bc	86,25 a	96,25 a
Glyphosate + Flumioxizin	+ 1440 + 150	57,50 cd	58,75 b	52,50 b
CV (%)		9,37	7,25	15,11
DMS		18,03	15,03	29,23

Fonte: Cardinali (2009, p. 73)

¹Ingrediente ativo. * Espalhante adesivo (Áureo 0,5%). Médias acompanhadas de letras iguais não diferem segundo teste de 'Tukey' com 5% de significância.

Resultados do experimento – controle de capim amargoso tolerante e Buva resistente ao herbicida glyphosate – que teve por objetivo avaliar o comportamento do herbicida clethodim para o controle de capim amargoso em estágio inicial de desenvolvimento e em plantas perenizadas; e ainda estudar a associação do clethodim com outros herbicidas no controle de capim amargoso tolerante e de Buva resistente ao glyphosate.

Tabela 2 - Controle de Buva (*Conyza* sp), resistente ao glyphosate, com Select associado a outros herbicidas

Herbicidas	Doses (L ha ⁻¹)	Controle (%) em três datas após a aplicação dos tratamentos - DAT		
		10 DAT	21 DAT	42 DAT
Select + Roundup transorb + Lanza	0,3 + 1,5+ 0,5%	11 a	28 b	10 c
Select + R. transorb + Lanza	0,4 + 1,5 + 0,5%	13 a	26 b	18 bc
Select + R. transorb+ Lanza	0,5 + 1,5 + 0,5%	11 a	28 b	25 b
Select + R. transorb + Lanza	0,6 + 1,5 + 0,5%	15 a	33 b	30 b
Select+R. transorb + 2,4-D + Lanza; (Gramoxone+Energic)	0,3+1,5+1,0+0,5%; (2,0+0,2%)	13 a	99 a	100 a
(Select+R. transorb + 2,4-D + Lanza; (Gramoxone+Energic)	0,4+1,5+1,0+0,5%; (2,0+0,2%)	11 a	96 a	99 a
Select+R. transorb + 2,4-D + Lanza; (Gramoxone+Energic)	0,5+1,5+1,0+0,5%; (2,0+0,2%)	13 a	98 a	100 a
Select+R. transorb+ 2,4-D + Lanza (Gramoxone+Energic)	0,6+1,5+1,0+0,5%; (2,0+0,2%)	11 a	99 a	100 a
Testemunha sem aplicação	-	0 a	0 c	0 d
Médias		11 B	56 A	53 A

Fonte: Spader e Matera (2010, p. 1212)

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultado do experimento – uso dos herbicidas metsulfuron-methyl e atrazine no manejo da Buva (*Conyza* sp.) – que teve por objetivo avaliar a eficiência dos herbicidas metsulfuron-methyl e atrazine, aplicados em pré-emergência da planta daninha, na diminuição das populações de plantas de Buva que ocorrem na primavera e verão.

Tabela 3 - Número de plantas de Buva por metro quadrado emergidas após a aplicação dos herbicidas

TRATAMENTOS	PLANTAS DE BUVA/m ²		
	90 DAA ¹	75 DAA	60 DAA
Testemunha	16.25 a*	13.93 a	1.25 a
Metsulfuron-methyl 2 g i.a./ha	3.50 b	3.00 b	0.40 b
Atrazine 1500 g i.a./ha	1.58 c	1.50 bc	0.33 b
Metsulfuron-methyl 4 g i.a./ha	1.08 c	0.78 bc	0.33 b
Atrazine 3000 g i.a./ha	0.68 c	0.43 c	0.15 b

Fonte: Geremia et al. (2010, p.98)

¹DAA – dias após aplicação dos tratamentos.

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado do experimento – manejo químico de Buva (*Conyza bonariensis*) pelo uso de herbicidas isolados e em mistura – que teve por objetivo avaliar o controle de plantas de *Conyza bonariensis* proporcionado por herbicidas isolados e em associações.

Tabela 4 - Percentual de intoxicação das plantas de Buva, nas avaliações 7, 14, 21, 28 e 84 DAA em função dos diferentes tratamentos (Sete Lagoas/MG, 2009)

Tratamentos	dose (g ha-1)	% Controle				
		7DAA*	14DAA*	21DAA*	28DAA*	84DAA*
Testemunha	0	0e**	0e	0e	0e	0e
glyphosate	1920	50c	67,5b	65bc	65bc	90a
glyphosate + 2,4 D	1920+806	57,5c	62,5b	70ab	82,5a	98,75a
glyphosate + chlorimuron	1920+15	67,5c	87,5a	82,5a	77,5ab	97,5a
glyphosate + atrazine	1920+1000	40c	45bc	60bc	65bc	96,25a
atrazine + 2,4 D	1500+806	47,5c	45bc	45bc	45cd	82,5ab
paraquat + atrazine	300+1000	57,5c	55c	65bc	55bc	82,5ab
2,4 D	806	55c	55c	60bc	62,5bc	85ab
atrazine	1000	15d	20cd	25cd	23,5de	78,75b
atrazine	1500	20d	30cd	25cd	25de	85ab
paraquat	300	65c	65b	65bc	65cd	72,5b
chlorimuron	15	62,5c	45bc	55bc	42cd	72,5b
ammonium glufosinate	800	86,3a	82,5a	80a	77,5ab	95a

Fonte: Karam et al. (2010, p. 642)

*Numero seguido de mesma letra na linha não apresenta diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Resultados do experimento – controle químico de biótipos de Buva (*Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate – que teve por objetivo avaliar o potencial de herbicidas isolados ou em mistura no controle de biótipo de Buva resistente a herbicidas, bem como o efeito da aplicação sequencial.

Tabela 5 - Médias das porcentagens visuais de controle de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* aos 15; 30 e 45 DAA dos herbicidas

Tratamentos	Controle após a 1ª aplicação (%)		
	15 DAA	30 DAA	45 DAA
glyphosate ¹	64,91 AB	53,08 A	76,74 A
glyphosate + (bromacil + diuron) ²	84,96 A	74,54 A	73,10 A
glyphosate + diuron ³	84,96 A	63,47 A	76,74 A
glyphosate + paraquat ⁴	84,96 A	76,74 A	87,13 A
(bromacil + diuron) ⁵	68,14 AB	64,22 A	87,13 A
diuron ⁶	44,84 B	70,31 A	83,48 A
paraquat ⁷	83,48 A	79,70 A	87,13 A
F tratamento	6,21 **	1,07 NS	,79 NS
DMS	28,80	41,83	31,52
CV (%)	16,72	26,02	16,54

Fonte: Yamauti et al. (2010, p. 498)

¹Roundup Original; ²Rondup Original+Krovar; ³Roundup Original + Karmex; ⁴Roundup Original + Gramoxone; ⁵Krovar; ⁶Karmex; ⁷Gramoxone; NS - Não significativo; *, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de significância respectivamente.

Tabela 6 - Médias das porcentagens de controle de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* aos 15, 30 e 45 DAA seqüencial de glyphosate

Tratamentos	Controle após a 2ª aplicação (%)		
	15 DAA	30 DAA	45 DAA
[glyphosate] + seq. glyphosate	42,66 D	54,86 BC	41,97 C
[glyphosate + (bromacil + diuron)] + seq. glyphosate	70,31 ABC	75,64 AB	47,78 BC
[glyphosate + diuron] + seq. glyphosate	58,23 BCD	81,39 A	47,31 BC
[glyphosate + paraquat] + seq. glyphosate	50,05 CD	54,70 BC	35,18 C
[(bromacil + diuron)] + seq. glyphosate	81,39 AB	79,70 AB	69,90 AB
[diuron] + seq. glyphosate	87,13 A	80,51 A	77,53 A
[paraquat] + seq. glyphosate	52,55 CD	48,46 C	36,82 C
F tratamento	8,91 **	7,10 **	9,35 **
DMS	26,23	25,41	25,07
CV (%)	17,78	16,03	21,09

Fonte: Yamauti et al. (2010, p. 499)

NS - Não significativo; *, ** Significativo ao nível de 5 e 1% de significância respectivamente).

Resultado do experimento – controle de Buva (*Conyza* spp.) utilizando diferentes formulações de glifosato e com a associação de glifosato com 2,4-D e diclisulan – que teve por objetivo avaliar o controle exercido sobre as plantas de Buva por diferentes formulações e doses de glyphosate e pela mistura de glyphosate com outros herbicidas.

Tabela 7 - Controle de plantas de Buva em diferentes épocas de avaliação em função dos diferentes tratamentos adotados (Cruz Alta/RS, 2010)

TRATAMENTO	% CONTROLE			
	7 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT
1)Roundup Ultra (1,1kg ha ⁻¹)	6 b ²	9 c	20 d	65 b
2)Roundup WG (1,0kg ha ⁻¹)	6 b	7 c	15 d	61 b
3) Roundup Transorb R (1,5 L ha ⁻¹)	5 b	7 c	15 d	68 b
4) Roundup Original (2,0 L ha ⁻¹)	5 b	9 c	21 d	65 b
5) Zapp Qi (1,44 L ha ⁻¹)	6 b	8 c	14 d	70 b
6) Roundup Original + DMA + Spider (2,0 L + 1,0 L + 30g ha ⁻¹)	28 a	57 b	73 b	92 a
7) Roundup Ultra (2,2kg ha ⁻¹)	9 b	14 c	41 c	72 b
8)Roundup WG (2,0kg ha ⁻¹)	8 b	7 c	18 d	76 b
9) Roundup Transorb R (3,0 L ha ⁻¹)	5 b	5 c	15 d	68 b
10) Roundup Original (4,0 L ha ⁻¹)	6 b	12 c	34 c	70 b
11) Zapp Qi (2,88 L ha ⁻¹)	6 b	12 c	21 d	73 b
12) Roundup Original + DMA + Spider (4,0 L + 1,0 L + 30g ha ⁻¹)	30 a	58 b	87 a	91 a
13) Roundup Original + DMA + Spider (4,0 L + 2,0 L + 30g ha ⁻¹)	31 a	65 a	89 a	97 a
14) Testemunha sem aplicação de herbicida	00 b	00 c	00 d	37 c
C.V. (%)	34	22	28	12

Fonte: Gaede, Rockembach e Bianchi (2010, p. 3)

¹DAT: Dias após aplicação dos tratamentos.

²Letras minúsculas comparam tratamentos em cada avaliação pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Resultado dos experimentos – herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate – que teve por objetivo identificar herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza* spp. resistentes ao herbicida glyphosate, com aplicações em diferentes estádios fenológicos da planta daninha.

Tabela 8 - Controle da população de Buva (*Conyza* spp.) aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de dez folhas, mantendo-se o herbicida glyphosate como constante nas associações (Matão/SP, 2007)

Tratamento	Dose (g i. a. ha ⁻¹)	Avaliação*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 e	0,0 e	0,0 e
Glyphosate	1.440	23,3 de	21,6 e	28,3 de
Glyphosate + atrazina	1.440 + 1.500	89,7 a	81,6 a	76,6 abc
Glyphosate + diuron	1.440 + 2.400	83,3 ab	88,3 a	81,6 ab
Glyphosate + metsulfuron	1.440 + 2	31,6 d	31,6 bcd	30,0 de
Glyphosate + MSMA	1.440 + 2.400	36,6 cd	38,3 bcd	40,0 cd
Glyphosate + sulfentrazone	1.440 + 600	38,3 cd	41,6 cde	35,0 de
Glyphosate + carfentrazone	1.440 + 30	30,0 d	28,3 cde	31,6 de
Glyphosate + flumioxazin	600 + 25	26,6 d	23,3 de	25,0 de
Diuron + paraquat	600 + 300	60,0 bc	60,0 ab	48,3 bcd
Glyphosate + bromacil + diuron	1.440 + 1.200 + 1.200	83,3 ab	86,6 a	88,3 a
Amônio-glufosinato	400	60,0 bc	58,3 abc	48,3 bcd
CV		21,0	25,2	31,8
F(trat)		24,5*	17,6*	10,7*

Fonte: Moreira et al. (2010, p.171)

*Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Controle da população de Buva (*Conyza* spp.) aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de pré-florescimento (Matão/SP, 2007)

Tratamento	Dose (g i. a. ha ⁻¹)	Avaliação*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 b	0,0 c	0,0 c
Glyphosate	1.440	5,0 b	3,3 bc	3,3 c
Glyphosate + metribuzin	1.440 + 960	23,3 b	25,0 bc	16,3 bc
Glyphosate + metsulfuron	1.440 + 2,0	13,3 b	20,2 bc	25,0 bc
Glyphosate + MSMA	1.440 + 2.440	28,3 b	28,3 bc	21,6 bc
Glyphosate + carfentrazone	1.440 + 30	10,0 b	11,6 bc	10,0 bc
Glyphosate + flumioxazin	1.440 + 25	15,0 b	13,3 bc	41,6 ab
Amônio-glufosinato	400	86,6 a	81,6 a	76,6 a
Paraquat + MSMA	600 + 2.400	76,6 a	65,0 a	70,0 a
Paraquat + carfentrazone	600 + 30	66,6 a	70,7 a	65,0 a
Paraquat + flumioxazin	600 + 25	70,6 a	77,6 a	73,3 a
Diuron + paraquat	600 + 300	63,3 a	75,0 a	66,6 a
CV		27,9	25,4	35,3
F(trat)		26,7*	30,5*	13,6*

Fonte: Moreira et al. (2010, p.172)

* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Controle da população de Buva (*Conyza* spp.) aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), com aplicação dos tratamentos no estágio fenológico de pré-florescimento, mantendo-se o herbicida amônio-glufosinato constante nas associações (Matão/SP, 2007)

Tratamento	Dose (ou g i. a. ha ⁻¹)	Avaliação*		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Testemunha	-	0,0 c	0,0 c	0,0 c
Amônio-glufosinato	400	90,7 ab	86,7 ab	86,6 ab
Amônio-glufosinato + glyphosate	400 + 1.440	81,7 ab	76,7 ab	78,6 ab
Amônio-glufosinato + MSMA	400 + 2.400	93,0 a	93,3 a	94,0 a
Amônio-glufosinato + bromacil + diuron	400 + 1.200 + 1.200	94,0 a	93,3 a	93,3 a
Amônio-glufosinato + flumioxazin	400 + 50	76,7 b	71,7 b	73,3 b
Amônio-glufosinato + metsulfuron	400 + 2,7	86,7 ab	89,0 ab	90,6 a
Amônio-glufosinato + carfentrazone	400 + 30	86,7 ab	80,0 ab	81,6 ab
Amônio-glufosinato + paraquat	400 + 400	89,7 ab	85,0 ab	87,3 ab
CV		7,1	10,2	8,3
F(trat)		86,2*	43,1*	64,2*

Fonte: Moreira et al. (2010, p.173)

*Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

