



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



LUCAS CASIMIRO REIS

**RESISTÊNCIA DE *Conyza bonariensis* E *Conyza canadensis*
(Asteraceae) A HERBICIDAS**

ARARAS - 2020



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônoma



LUCAS CASIMIRO REIS

RESISTÊNCIA DE *Conyza bonariensis* E *Conyza canadensis* (Asteraceae) A HERBICIDAS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Andrea Monquero

ARARAS – 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito a minha mãe por sempre me motivar, me apoiar e por todo amor e carinho durante todos esse anos.

Agradeço a meu irmão Vitor, por todo exemplo e ensinamento dado ao longo de minha vida e por me ajudar a seguir em frente.

À professora Dr^a Patrícia Andrea Monquero por todo ensinamento, exemplo profissional e confiança depositada em mim e em meu trabalho.

À Carolini Marangoni, minha amada, por todo apoio incondicional e por ficar do meu lado em qualquer situação.

À Universidade Federal de São Carlos, por me proporcionar uma graduação de qualidade em Engenharia Agrônômica.

Aos amigos de graduação, Rafael Pires Silva, Lucas Tadeu Furquim, Rômulo Miranda, Bruno Gomes Cavalheiro e Murilo Rabelo Biafora por toda a amizade ao longo da graduação.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente me ajudaram a trilhar meu caminho ao longo de minha formação acadêmica.

RESUMO

As espécies *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*, popularmente conhecidas como buva, são plantas pertencentes a família *Asteraceae* que possuem grande importância na agricultura moderna devido aos níveis de danos econômicos causados por sua interferência no desenvolvimento da cultura. Com o surgimento de biótipos resistentes ao herbicida glyphosate, um dos herbicidas mais utilizados no mundo todo, o manejo dessas plantas foi se tornando cada vez mais problemático, necessitando um manejo contínuo e o uso de novas técnicas de controle e herbicidas alternativos para o controle dessa planta daninha.

Palavras-chave: buva; resistência; manejo

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Caracterização morfológica de espécies de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*)..... 16
- Tabela 2.** 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 17
- Tabela 3.** 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. 18
- Tabela 4.** 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. 18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número de vagens por planta de soja (FORNAROLLI et al., 2010). 13

Figura 2. Rendimento de grãos de soja em Kg/ha (FORNAROLLI et al., 2010)..... 13

Figura 3. Representação da alteração do sítio de ação do herbicida atrazine nos cloroplastos da planta (VARGAS & ROMAN, 2006).21

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Objetivos	11
3. Resistência de <i>Conyza bonariensis</i> e <i>Conyza canadensis</i> a herbicidas	11
4. Mecanismos de resistência	20
4.1 Alteração do local de ação	20
4.2 Metabolização do herbicida	21
4.3 Compartimentalização	22
5. Tipos de resistência	22
6. Prevenção e manejo de plantas daninhas resistentes	23
6.1 Uso de herbicidas somente quando necessário	24
6.2 Uso de herbicidas alternativos	25
6.3 Realizar rotação de mecanismos de ação de herbicidas	26
6.4 Utilizar herbicidas com menor pressão de seleção	26
6.5 Rotação de culturas	27
6.6 Prevenção e rotação de métodos de controle	27
7. Considerações finais	30
8. Referências	31

1. Introdução

Plantas daninhas em áreas cultivadas sempre foram um dos principais problemas da agricultura, causando grandes perdas de produção a todos os tipos diferentes de culturas e grandes prejuízos aos produtores. Segundo Kuva et al. (2003), ao considerar os fatores bióticos de um sistema agrícola, plantas daninhas são uma das principais interferências negativas no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar, uma das principais culturas produzidas no Brasil. Deste modo, a redução de produtividade pode variar de 20% (KUYVA et al., 2000), ou atingir níveis superiores a 80% (LORENZZI, 1983). A presença dessas plantas interfere no processo de produção, competindo por recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, liberando substâncias alelopáticas danosas à cultura, ou atuando como hospedeiro de pragas e doenças da cultura e interferindo na colheita (PITELLI, 1985).

As plantas daninhas se desenvolveram através de um processo de evolução dinâmico ao serem capazes de se adaptar às perturbações ambientais provocadas pela natureza ou pelo homem através da agricultura (CHRISTOFFOLETI et al., 1994). Desta forma, essa evolução continua acontecendo de acordo com o surgimento de técnicas modernas de controle na agricultura e devido ao uso intensivo de defensivos agrícolas, mais especificamente os herbicidas, nas últimas décadas, algumas populações de espécies de plantas daninhas foram selecionadas em resposta ao distúrbio ambiental provocado pela pressão de seleção causada pelos herbicidas, com a seleção de biótipos resistentes a esses produtos. (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003a).

Segundo Gressel & Segel (1990), a pressão de seleção se refere à proporção relativa de indivíduos que apresentam resistência e indivíduos suscetíveis a um herbicida existentes em uma área antes e após o tratamento. O uso intensivo de herbicidas nas áreas de cultivo aumenta cada vez mais essa pressão de seleção, facilitando o surgimento de novas espécies de plantas daninhas resistentes a diferentes tipos de herbicidas, e de acordo com Burnside (1992) o uso inadequado de herbicidas é responsável pelo aparecimento de muitos casos de resistência a esses compostos por diversas espécies de daninhas.

Segundo Christoffoleti & López-Ovejero (2003b), a resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definida como a capacidade natural e herdável de alguns biótipos, dentro de uma determinada população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose de um herbicida, que seria letal a uma população suscetível desta mesma espécie.

A variabilidade genética natural existente em qualquer população de plantas daninhas é diretamente responsável pela fonte inicial de resistência em uma população suscetível. Assim, todas as populações de plantas daninhas, independentemente da aplicação de qualquer produto herbicida, provavelmente contêm biótipos que possuem resistência a herbicidas (KISSMANN, 1996).

O aparecimento de plantas daninhas que apresentam resistência a herbicidas é resultado de um processo evolucionário. Os biótipos resistentes ocorrem naturalmente, mas em baixa frequência, e a pressão de seleção exercida pela aplicação sucessiva de um mesmo herbicida, ou de herbicidas diferentes, mas que apresentam o mesmo mecanismo de ação, faz com que a frequência de indivíduos resistentes nessa população aumente (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003b).

Ao avaliarmos herbicidas utilizados atualmente na agricultura, foram relatados biótipos de plantas daninhas resistentes a praticamente todas as moléculas utilizadas, e tal fenômeno pode ser observado no Brasil e no mundo (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003a). Atualmente, existem 512 casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas no mundo todo, com 262 espécies diferentes, sendo 152 dicotiledôneas e 110 monocotiledôneas. Além disso, foram relatadas plantas resistentes em 92 culturas cultivadas e em 70 países (HEAP, 2020).

O primeiro caso confirmado de resistência de uma população de planta daninha no Brasil foi relatado por Christoffoleti et al. (1996), em regiões de produção de soja, com a planta daninha picão-preto (*Bidens pilosa*). Em seguida, Gazziero et al. (1998) e Vidal & Merotto Jr. (1999) relataram biótipos resistentes de *Euphorbia heterophylla* também em regiões de produção de soja no país. Posteriormente, Monquero et al. (2000) confirmaram também a existência de biótipos resistentes de *Bidens pilosa* e *Bidens subalternans* no estado do Mato Grosso do Sul. Devido ao surgimento de novos casos de resistência ao redor do mundo, o conhecimento dos mecanismos e fatores que favorecem o desenvolvimento de biótipos resistentes de

plantas daninhas é fundamental para que as técnicas corretas de manejo sejam adotadas, com o objetivo de evitar ou retardar o aparecimento de plantas resistentes em uma área.

As características que favorecem a seleção de biótipos resistentes de plantas daninhas em uma área são: ciclos mais curtos, grande produção de sementes, sementes com baixa dormência, vários ciclos reprodutivos por ano, alta suscetibilidade a um determinado herbicida e grande diversidade genética (CHRISTOFFOLETI et al., 1994; VIDAL & FLECK, 1997; VARGAS et al., 1999). Para o picão-preto (*Bidens pilosa*), a produção de sementes é intensa, podendo chegar até a 3.000 sementes por planta (KISSMANN & GROTH, 1999a). Esses números podem ser ainda maiores para outras espécies de daninhas, como para a buva, ou voadeira (*Conyza bonariensis*), uma planta com 1,5m de altura produz cerca de 230mil sementes por ciclo reprodutivo (LAZAROTO; FLECK; VIDAL, 2008). Essas características conferem uma maior adaptação ecológica às plantas daninhas, em comparação às culturas cultivadas, garantindo a essas plantas um maior sucesso na sobrevivência, reprodução e competição.

2. Objetivo

Realizar uma revisão bibliográfica sobre biologia e o manejo correto de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao herbicida glyphosate.

3. Resistência de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* a herbicidas

As espécies *C. bonariensis* e *C. canadensis*, conhecidas popularmente como buva, são plantas da família *Asteraceae*, que possuem ciclo anual de desenvolvimento (MOREIRA et al., 2007). São plantas com taxas reprodutivas muito altas, podendo produzir mais de 200.000 sementes viáveis por planta adulta, se disseminando com muita facilidade pelo vento (MOREIRA et al., 2007 e FORNAROLLI et al., 2010). As sementes dessas espécies não apresentam dormência e estão prontas para germinar quando depositadas na superfície do solo (VIDAL et al., 2007 e ZAMBRANO-NAVEA et al., 2013). Segundo Trezzi et al (2015), os principais fatores ambientais que regulam a germinação de sementes e emergência de plântulas dessas espécies são a incidência de luz, temperatura e potencial de água no solo. Para ambas as espécies, a temperatura ótima de germinação fica entre 20 e 25°C (VIDAL et al., 2007 e ZAMBRANO-NAVEA et al.,

2013), condições de temperatura que são comuns em regiões temperadas, fazendo com que essas espécies tenham diferentes fluxos de germinação ao longo do ano.

Essas plantas se destacam por inicialmente terem infestado áreas não cultivadas, como terrenos baldios, beiras de estrada ou pastagens, e com o passar dos anos, a planta se adaptou a diferentes condições, infestando culturas perenes e lavouras anuais, além de terem se adaptado a diferentes sistemas conservacionistas de solo, como o plantio direto, cultivo mínimo e áreas de fruticultura, trazendo grande preocupação aos produtores (BHOWMIK & BEKECH, 1993; THEBAUD & ABBOTT, 1995; MOREIRA et al, 2007).

Sua presença na lavoura apresenta diversos aspectos negativos, podendo afetar diretamente na produção e desenvolvimento da cultura, através da competição por nutrientes ou luz solar, ou diminuir a eficiência da colheita, como por exemplo, em plantios de cenoura, a presença de caules e ramos secos de buva interferem na colheita mecânica da cenoura (LEROUX et al, 1996), causando grandes prejuízos ao produtor. De acordo com Bruce & Kells (1990), a presença de *C. canadensis* na densidade de 150 plantas por m² reduziu o rendimento de grãos de soja em 83% em semeadura direta, e segundo Trezzi et al. (2013), a média de rendimento de grãos de sete cultivares diferentes de soja diminuiu 25% quando a cultura coexistiu com 13 plantas de *C. bonariensis* por m².

De acordo com Fornaroli et al. (2010), a interferência da buva na cultura da soja causa uma redução no número de vagens por planta da soja, reduzindo de 39 para 23 vagens por planta, conforme Fig. 1, além disso, a interferência da planta causou uma diminuição no rendimento da soja, sendo que com até seis plantas de buva por m² o rendimento da soja foi em torno de 2500 a 3000 kg/ha, de sete a quinze plantas foi em torno de 2000 kg/ha e de vinte até cinquenta plantas o rendimento foi de 1500 a 500 kg/ha, conforme Fig. 2.

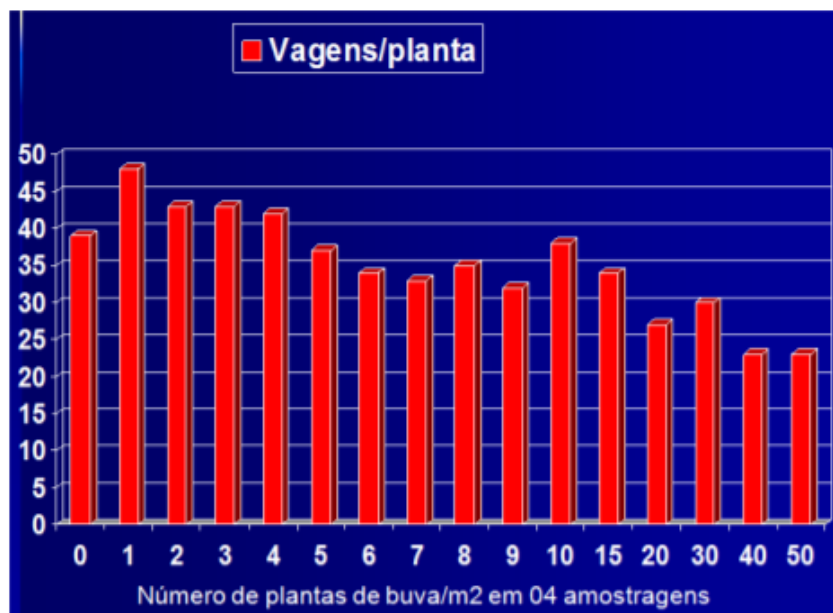


Figura 1. Número de vagens por planta de soja (FORNAROLLI et al., 2010).

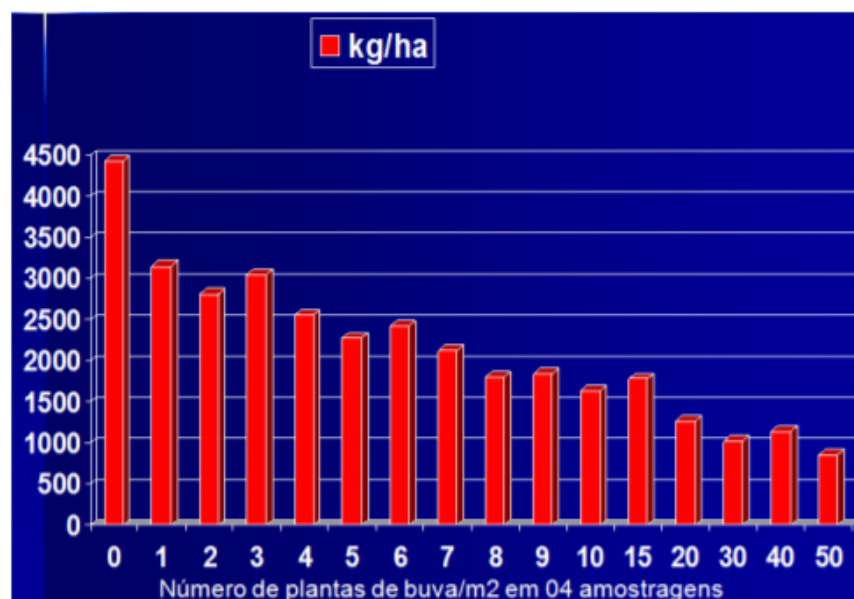


Figura 2. Rendimento de grãos de soja em kg/ha (FORNAROLLI et al., 2010).

Existem aproximadamente 50 espécies do gênero *Conyza* distribuídas por quase todo o mundo (KISSMANN & GROTH, 1999b), sendo as espécies *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* as que mais se destacam devido a seus aspectos negativos. A *C. bonariensis* é uma espécie nativa da América do Sul, sendo mais frequente na Argentina, Uruguai, Paraguai e no Brasil, tendo uma presença maior nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do país (LAZAROTO, 2008). Já a *C. canadensis* é uma planta nativa da América do Norte (FRANKTON & MULLIGAN,

1987), e é uma das espécies com maior distribuição ao redor do mundo (THEBAUD & ABBOTT, 1995). No Brasil, é frequente a ocorrência das duas espécies de buva em associação, no entanto, é muito comum a confusão na diferenciação das espécies. A correta identificação das plantas é importante para uma melhor estratégia de controle e diminuir o desenvolvimento de biótipos resistentes (LAZAROTO, 2008). Desse modo, como pode ser observado na tabela 1, existem diferenças morfológicas entre as espécies *C. bonariensis* e *C. canadensis* que podem contribuir para a identificação correta das plantas, dando destaque para a *C. bonariensis* que apresenta folhas de margens inteiras e presença de ramos laterais que ultrapassam a inflorescência, já a *C. canadensis* possui as margens das folhas finamente denticuladas e apresenta ampla panícula terminal no ramo principal.

O primeiro relato de biótipos resistentes ao glyphosate ocorreu em 2001, no estado de Delaware nos Estados Unidos (VANGESSEL, 2001), desde então, biótipos resistentes dessa espécie foram encontrados em diversas outras regiões do mundo. No Brasil, os primeiros casos de resistência de *C. bonariensis* foram detectados no ano de 2005, com plantas resistentes a herbicidas inibidores da ALS, em lavouras de milho, soja e trigo, e para a *C. canadensis*, os primeiros casos ocorreram também em 2005 em áreas de fruticultura e lavouras de soja (HEAP, 2020) e atualmente, populações de buva resistentes ao glyphosate estão amplamente espalhadas por todas as regiões do Brasil (TREZZI et al., 2013), além disso, já foram relatados biótipos resistentes a herbicidas inibidores da ALS, inibidores do fotossistema I e inibidores da PROTOX, e existem relatos de biótipos dessas espécies que desenvolveram resistência múltipla a dois mecanismos de ação diferentes nos Estados Unidos, Canadá e Israel (HEAP, 2020).

Vários fatores contribuem para o surgimento de plantas resistentes, mas o uso contínuo de um único herbicida como principal ferramenta de controle de plantas daninhas é o principal fator para um aumento da pressão de seleção de biótipos resistentes (NORSWORTHY et al., 2012). Esse tipo de prática se tornou frequente em plantios de soja RR, onde produtores aplicavam constantemente o herbicida glyphosate como principal método de controle de plantas daninhas, o que acarretou no surgimento de diversas espécies resistentes a esse herbicida.

O mecanismo de defesa mais comum apresentado ao herbicida glyphosate é a redução da absorção e a translocação ou compartimentalização do herbicida (KASPARY et al., 2016). De acordo com Ferreira et al. (2008), biótipos resistentes

de *C. bonariensis* encontrados em fazendas de soja RR no estado do Rio Grande do Sul apresentaram redução da translocação do herbicida como mecanismo de defesa, foi observado em biótipos resistentes um maior acúmulo do herbicida nas folhas tratadas, já em plantas suscetíveis, um maior acúmulo foi encontrado em toda a parte aérea e nas raízes, o que indica uma menor translocação do herbicida pela resistência adquirida por essas plantas. De acordo com Ge et al. (2010) em *C. canadensis*, foi observado a compartimentalização do herbicida glyphosate nos vacúolos das células de biótipos resistentes.

Uma das estratégias para o controle de biótipos resistentes de buva é a utilização de misturas de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, Dalazen et al. (2015), em um estudo realizado em uma área experimental do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria no Rio Grande do Sul, indicam que existe uma relação de sinergismo entre os herbicidas glyphosate e saflufenacil no controle de espécies resistentes de buva. Foram realizadas aplicações isoladas de saflufenacil, que não demonstraram ser a melhor estratégia de controle, pois as plantas apresentaram rebrote a partir da segunda semana após o tratamento, porém, com a adição de glyphosate em doses de 540g/ha ao herbicida saflufenacil, em doses de 35g/ha, apresentaram efeitos positivos no controle da buva, prevenindo também o rebrote das plantas.

O estágio fenológico da planta no momento da aplicação é extremamente importante para um controle efetivo de biótipos resistentes. Moreira et al. (2010), em um estudo realizado na cidade de Matão – SP, testaram diferentes herbicidas em plantas com estádios fenológicos distintos. Na Tabela 2, é possível observar que o tratamento com glyphosate isolado na dose de 1440g/ha não controlou satisfatoriamente as plantas em nenhuma das avaliações. Em contrapartida, os tratamentos que continham associação de glyphosate com atrazina, diuron ou bromacil + diuron foram os mais eficazes, atingindo níveis de controle superiores a 80% em plantas com estágio fenológico de dez folhas.

Tabela 1. Caracterização morfológica de espécies de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*).

Característica	<i>C. bonariensis</i>	<i>C. canadensis</i>
Sinônimos	<i>Erigeron bonariensis</i> , <i>C. albida</i> , <i>C. ambigua</i> , <i>C. bonariensis</i> var. <i>leiotheca</i> , <i>C. bonariensis</i> var. <i>microcephala</i> , <i>C. floribunda</i> , <i>C. hispida</i> , <i>C. lineares</i> , <i>C. linifolia</i> , <i>C. plebeyal</i>	<i>Erigeron canadensis</i> , <i>E. pusillus</i> , <i>Leptilon canadense</i> , <i>Marsea canadensis</i>
Nomes comuns	<i>Acatóia</i> , <i>buva</i> , <i>capetiçoba</i> , <i>capicoba</i> , <i>catiçoba</i> , <i>enxota</i> , <i>erva-lanceta</i> , <i>margaridinha-do-campo</i> , <i>rabo-de-foguete</i> , <i>rabo-de-raposa</i> , <i>salpeixinho</i> , <i>voadeira</i>	Buva, buva-do-Canadá, voadeira
Ciclo	Anual	Anual ou bienal
Origem	América do Sul	América do Norte
Tipo	Herbácea	Herbácea
Porte	Ereto	Ereto
Altura	Até 2m	Até 2,5m
Raiz	Pivotante	Pivotante
Caule		
Formato	Cilíndrico	Cilíndrico, glabro ou com pêlos
Diâmetro	Até 15mm	-
Constituição	Sublenhoso na base	Lenhoso
Ramificações	Na base, em baixa densidade e no ápice, em alta densidade	Intensa, apenas na parte superior
Ramos	Elevados, ultrapassando o topo do caule	Não ultrapassam o topo do caule
Enfolhamento	Intenso em toda extensão	Intenso em toda extensão
Folhas		
Formato	Simplex, alternas, sésseis, oblanceoladas ou lanceoladas	Isoladas, simples, sésseis, de formato linear-lanceoladas
Comprimento	6-12cm	Até 15cm
Largura	1,5-2,5cm	1,5cm
Margens	Não-denteadas	Finamente denteadas
Inflorescência		
Tipo	Paniculas formadas por ramos ascendentes na parte superior do caule e ramos	Ocorre na parte superior da planta onde surge uma panicula ereta, muito ramificada
Flores	Capítulos isolados, pedicelados	Capítulos pedicelados
Aquênios		
Formato	Obcônico-comprimidos, retos ou levemente curvados longitudinalmente	Subcilíndricos, com ápice truncado, pouco mais largos acima do meio, atenuados para a base
Comprimento	1-1,3mm	1,3mm
Largura	0,3-0,4mm	0,3mm
Papus	10-25 pêlos, com 3-4mm de comprimento	10-25 pêlos, até 3 vezes o comprimento do aquênio
Plântulas		
Folhas cotiledonares	Ovaladas, de base atenuada e ápice arredondado	Ovaladas, de base abruptamente atenuada e ápice arredondado, glabras
Hipocótilo e epicótilo	Muito curtos	Imperceptíveis, de modo que se forma sobre o solo uma roseta para, mais tarde, desenvolver-se o caule

Fonte: Lazaroto, 2008.

Tabela 2. 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*

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

Fonte: Moreira et al, 2010.

Em experimentos realizados com plantas no estágio fenológico de pré-florescimento, Moreira et al. (2010) relatam que os tratamentos com o herbicida paraquat em associação com outros produtos foram os que tiveram maior eficácia, como observado na Tabela 3, mas os níveis de controle foram inferiores a 80%, que é a contagem mínima para ser adequado em campo. Deste modo, foram realizados novos experimentos com o herbicida amônio-glufosinato como herbicida padrão, e como pode ser observado na Tabela 4, esse herbicida apresentou controle eficaz em quase todos os tratamentos, inclusive com associação ao glyphosate, mostrando a importância do uso de herbicidas alternativos no controle de biótipos resistentes de *Conyza spp.*

A ocorrência de resistência aos herbicidas e a magnitude que o caso da buva adquiriu ao longo dos anos ressaltam a importância da adoção de um sistema de manejo integrado de plantas daninhas. A rotação de culturas, como por exemplo, a rotação de plantio de soja com milho não geneticamente modificado traz a opção de utilização de diferentes mecanismos de ação de herbicida, reduzindo a pressão de

seleção imposta pelo uso contínuo de um único mecanismo de ação, como no caso do uso de glyphosate em soja RR (LAMEGO et al., 2013).

Tabela 3. 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*

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

Fonte: Moreira et al, 2010.

Tabela 4. 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*

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

Fonte: Moreira et al, 2010.

A rotação de culturas e utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, assim como o uso de plantas de cobertura, sejam cultivadas isoladamente ou consorciadas, são ferramentas essenciais para reduzir a pressão de seleção de biótipos resistentes. O efeito da presença de cobertura vegetal e de restos vegetais na superfície do solo tem efeito supressor na emergência e estabelecimento de plantas daninhas em áreas de cultivo, podendo ser através do efeito físico, ou através de efeitos químicos ou alelopáticos (LAMEGO et al., 2013). Segundo Monquero et al. (2009), o efeito físico da cobertura vegetal na superfície do solo demonstra ser efetivo na supressão de plantas daninhas, pois as reservas das sementes de plantas daninhas são insuficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da biomassa seca de cobertura do solo, até que tenha acesso à luz e possa iniciar o processo fotossintético.

Em estudo realizado por Lamego et al. (2013) foi utilizado nabo forrageiro (*Raphanus spp.*) e ervilhaca (*Vicia angustifolia*) como cobertura de inverno para suprimir plantas daninhas em plantios de soja, e tiveram resultados satisfatórios no controle de buva durante a emergência e desenvolvimento das plantas, esse resultado é explicado devido a elevada massa vegetal produzida por essas coberturas durante seu desenvolvimento.

Castagnara et al. (2011) constataram que o plantio de milho consorciado com *Brachiaria brizantha* teve efeito significativo na incidência de plantas daninhas, incluindo biótipos resistente de *C. bonariensis*, através da deposição de cobertura vegetal. Esses resultados evidenciam o potencial da palhada de cobertura na supressão de espécies de *Conyza*.

Mesmo com o uso da palhada para supressão de *Conyza spp.* o uso do controle químico é indispensável. De acordo com Vargas e Grazziero (2009), o uso de herbicidas pré-emergentes como o diclosulam e sulfentrazone apresentam um controle efetivo de buva, agindo no banco de sementes do solo, e quando utilizados na pré-emergência da soja, proporcionam controle residual de aproximadamente 20 dias.

Para um controle em pré-semeadura, Vargas e Grazziero (2009) relatam que aplicações sequenciais de 2,4-D com doses de 1,5 a 2,0L/ha de produto comercial ou clorimurrom com doses de 60 a 80g/ha de produto comercial associados ao glifosato com doses de 3L/ha de produto comercial são efetivas contra a buva.

O manejo de biótipos resistentes de buva deve ser realizado de maneira contínua e através de diferentes técnicas do manejo integrado de plantas daninhas. Na maioria dos casos, o uso de um único método de controle pode não ser completamente efetivo, especialmente à longo prazo, mas diversas técnicas, como uma correta adubação, rotação de culturas e utilização de misturas ou aplicações sequenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, uso de palhada ou cobertura vegetal para suprimir a emergência da buva, e catação ou capina manual de plantas em pós-emergência em áreas que permitam esse tipo de manejo, assim como eliminação de plantas que se desenvolvem em margens de estradas, quando utilizadas em conjunto garantem um controle efetivo e previnem a resistência e seleção de biótipos de *Conyza spp.*

4. Mecanismos de Resistência

Além dessas características biológicas, existem alguns mecanismos que podem explicar o desenvolvimento da resistência de plantas daninhas a herbicidas, bem como influenciar o modo de ação destes produtos. Segundo Christoffoleti et al. (1994), a resistência aos herbicidas pode ser resultado de mudanças fisiológicas e bioquímicas, alterações na morfologia ou mudanças fenológicas de alguns biótipos de plantas daninhas.

4.1 Alteração do local de ação

Nota-se que a ocorrência de erros na replicação ou transcrição da fita do DNA e na tradução do mRNA, assim como a ocorrência de mutações que provoquem inserção, deleção ou substituição de uma base nitrogenada, é capaz de alterar alguns aminoácidos da proteína a ser formada, resultando em uma proteína mutante. A mutação é um processo biológico e natural que vem ocorrendo desde que há vida no planeta; no entanto, a maioria delas é deletéria e a evolução só é possível porque em determinadas situações, algumas dessas mudanças podem ser benéficas (SUZUKI et al., 1992).

Uma enzima com características funcionais distintas da original pode ser resultado de uma alteração dessas bases nitrogenadas, causando uma mutação (VARGAS & ROMAN, 2006). Ademais, se a molécula alterada for um dos pontos aonde a molécula do herbicida se acopla, o herbicida pode perder sua capacidade de inibir essa nova enzima (**Figura 3**). Segundo Betts et al. (1992), uma alteração

pequena no polipeptídeo pode resultar em grande efeito sobre sua afinidade com a molécula do herbicida. Vargas & Roman (2006) acrescentam que, desse modo, um herbicida que anteriormente era capaz de inibir com eficiência determinada enzima, deixa de ter algum efeito sobre ela, e o herbicida deixa de causar danos a planta, fazendo com que ela se torne resistente àquele herbicida e a outros que se ligam da mesma forma àquela enzima.

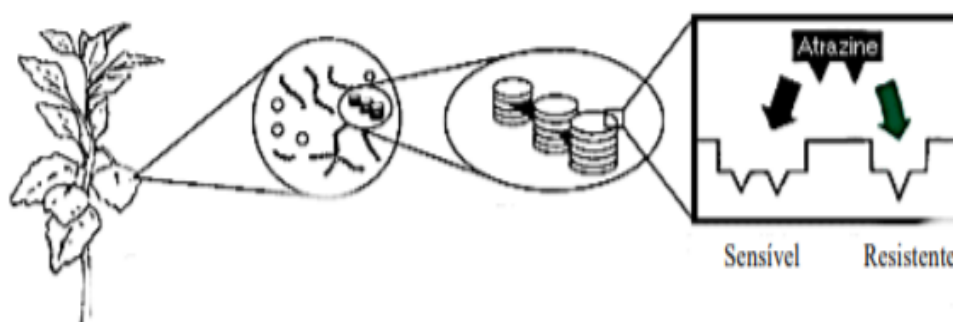


Figura 3. Representação da alteração do sítio de ação do herbicida atrazine nos cloroplastos da planta (VARGAS & ROMAN, 2006).

Esse tipo de mecanismo é responsável pela maioria dos casos de plantas resistentes aos herbicidas com base em triazinas, inibidores da enzima ALS e dinitroanilinas (CHRISTOFFOLETI et al., 1994). Na maioria dos casos, a resistência ocorre devido a mutações que alteram o sítio de ação da triazina na membrana tilacóide no cloroplasto (FUERT&HORMAN, 1991)

4.2 Metabolização do herbicida

Neste tipo de mecanismo, o biótipo resistente possui a capacidade de metabolizar a molécula do herbicida mais rapidamente do que os biótipos suscetíveis, tornando a molécula inativa sem que ela possa agir, fazendo com que o herbicida não cause danos à planta (CHRISTOFFOLETI et al., 1994; VARGAS & ROMAN, 2006). Segundo Dias et al. (2003), a metabolização é um importante mecanismo de resistência de plantas daninhas a herbicidas, devido a capacidade desses biótipos resistentes de degradar o herbicida em componentes menos tóxicos

para a planta, antes que o produto alcance seu sítio de ação. Assim, a molécula do herbicida não tem tempo o suficiente para agir sobre a planta, não sendo capaz de controlar de maneira satisfatória as populações resistentes.

Tal processo explica a maioria dos casos de resistência de plantas daninhas a grupos de herbicidas como inibidores de ACCase, inibidores da ALS, inibidores de fotossistemas I e II, inibidores da EPSPs, inibidores de divisão celular e mimetizadores de auxina (VIDAL & MEROTTO JR., 2001).

4.3 Compartimentalização

Este tipo de mecanismo de resistência faz com que as moléculas do herbicida sejam conjugadas com metabólitos da planta, ficando inativas, ou são removidas das partes metabolicamente ativas da célula e armazenados em locais inativos, como o vacúolo, ou movidos para tecidos distantes do local de ação do herbicida, diminuindo a quantidade de herbicida que atinge seu local de ação, não atingindo doses letais à planta (CHRISTOFFOLETI et al., 1994; VARGAS & ROMAN, 2006), desse modo, esse mecanismo de resistência faz com que a aplicação seja ineficaz e o controle inefetivo, podendo ou não causar danos as plantas.

5. Tipos de resistência

Os tipos de resistência apresentados pelas plantas daninhas podem ser classificados como cruzada ou múltipla.

Resistência cruzada ocorre quando um biótipo possui resistência a dois ou mais herbicidas, mas essa resistência ocorre devido a um único mecanismo de resistência (VARGAS & ROMAN, 2006). De acordo com Powles & Howat (1990), esta ocorre quando biótipos que adquiriram resistência a algum herbicida após uma pressão de seleção apresentam essa característica a outro herbicida que possui o mesmo mecanismo de ação.

A resistência cruzada conferida pelo local de ação acontece quando uma mudança bioquímica, no sítio de ação da molécula de um herbicida, confere ao mesmo tempo, resistência a diferentes moléculas de diferentes grupos químicos, que agem no mesmo local na planta (POWLES & PRESTON, 1995). Necessariamente, essa característica não confere as plantas resistência a todos os herbicidas de grupos químicos que possuem o mesmo sítio de ação. Ou seja, podem existir níveis variáveis de resistência cruzada a herbicidas de grupos

diferentes, apresentadas pelos biótipos de plantas daninhas (VARGAS & ROMAN, 2006).

O segundo tipo é chamado de resistência múltipla. De acordo com Heap (1997), ela se refere a situações onde plantas resistentes possuem dois ou mais mecanismos de resistência distintos, tornando essas plantas um problema muito mais complexo e de difícil solução em comparação com casos de resistência cruzada.

Plantas daninhas que adquiriram resistência múltipla são uma grande preocupação para produtores, devido a necessidade do uso de herbicidas alternativos para seu controle, com mecanismos de ação mais específicos e diferentes dos utilizados anteriormente (HEAP, 1997).

Nos casos mais complexos, dois ou mais mecanismos são responsáveis pela resistência a diversos herbicidas de vários grupos químicos diferentes, um exemplo são biótipos de *Alopecurus myosuroides*, constatados na Austrália, que são resistentes a 15 diferentes tipos de herbicidas (VARGAS & ROMAN, 2006).

Através de estudos sobre resistência múltipla de *Lolium rigidum*, Powles & Preston (1995) concluem que biótipos com históricos de aplicação extremamente variados e persistentes têm desenvolvido resistência múltipla generalizada como resultado do acúmulo de muitos mecanismos de resistência diferentes, tornando o controle dessa planta muito difícil e um problema recorrente aos produtores.

6. Prevenção e manejo de plantas daninhas resistentes

Após a confirmação da presença de plantas daninhas resistentes em uma área, existem diversas estratégias e técnicas de manejo a serem adotadas para se obter um controle efetivo, de acordo com cada situação. Se uma população de daninhas foi selecionada em uma área de cultivo, devido ao uso constante de um herbicida com mesmo mecanismo de ação, sendo a densidade da população resistente capaz de limitar ou prejudicar a produção, é necessário a adoção de práticas de manejo diferentes das até então utilizadas (MOREIRA et al., 2010).

Essas práticas de prevenção e manejo têm como aspecto mais importante a redução da pressão de seleção e o controle dos indivíduos resistentes antes que eles possam se multiplicar, evitando o aumento da população de plantas resistentes (BOERBOOM, 1999; MOREIRA et al, 2010). Desse modo, a adoção de sistemas de produção e práticas agrícolas alternativos devem ser medidas comuns a serem

utilizadas pelos produtores, a fim de diminuir o risco de desenvolvimento de novas espécies resistentes. Algumas dessas práticas estão destacadas a seguir.

6.1. Uso de herbicidas somente quando necessário

O conhecimento das espécies de plantas daninhas e as regiões onde elas ocorrem na área de plantio são essenciais para minimizar gastos com aplicação excessiva, deriva de herbicida e danos a cultura causada por fitotoxicidade, além de diminuir os riscos de desenvolvimento de biótipos resistentes.

Desse modo, uma análise do banco de sementes de plantas daninhas de uma área seria capaz de fornecer um mapeamento da emergência das plantas, permitindo um planejamento mais eficiente do controle da infestação através do uso de herbicidas em pré-emergência (CARDINA & SPARROW, 1996). Esse mapeamento do banco de sementes pode ser utilizado para a realização de aplicações em cultivos posteriores somente em áreas com um número de sementes elevado. Em casos como esse, segundo Monquero et al (2008), a agricultura de precisão mostra-se uma ferramenta muito útil a ser utilizada no mapeamento de infestações e análise de banco de sementes, para que assim, seja possível otimizar a quantidade de insumos a ser utilizada no controle de populações resistentes.

Além do mapeamento da infestação, também é de extrema importância conhecer o grau de interferência e os períodos de convivência entre a cultura e a população infestante, para assim, identificar o momento ideal de manejo das plantas daninhas. O grau de interferência é medido em relação à produção de determinada cultura, e pode ser definido como o percentual de redução de produção final da cultura, provocada pela interferência da população de plantas infestantes (PITELLI, 1985). Esse grau de interferência depende também das características da cultura e do ambiente, espaçamento e densidade de plantio, e de características da comunidade de plantas infestantes da área.

Em relação aos períodos de interferência, Kozlowsky et al. (2002) destacam três: período total de prevenção da interferência (PTPI), período anterior à interferência (PAI) e período crítico de prevenção da interferência (PCPI). Esses períodos determinam uma maior efetividade dos métodos de controle, diminuindo a perda de produtividade total. Durante o PAI, medidas de prevenção podem ser tomadas, como o uso de herbicidas pré-emergentes, mas durante o PCPI, medidas de controle são necessárias para evitar maiores perdas de produtividade, pois nesse

período, a cultura já sofre interferência das plantas daninhas (KOZLOWSKY et al., 2000).

6.2. Uso de herbicidas alternativos

Utilizar herbicidas que possuem diferentes mecanismos de ação reduz a pressão de seleção, minimizando o risco do surgimento de biótipos resistentes. Segundo Vargas & Roman (2006), após o produtor confirmar a resistência de uma população, ele deve substituir imediatamente o herbicida utilizado por outro com diferentes mecanismos de ação, a fim de obter um controle eficiente e impedir a multiplicação desse biótipo na área.

É importante ressaltar que apenas realizando o uso de um herbicida com diferente mecanismo de ação será possível o controle efetivo da população resistente, de acordo com Vargas & Roman (2006), existem casos em que agricultores substituem erroneamente herbicidas diferentes por outros com o mesmo mecanismo de ação, não obtendo um controle eficiente de populações resistentes e contribuindo para a multiplicação desses indivíduos.

A mudança mais comum adotada pelos agricultores, em áreas onde foram detectados biótipos resistentes, é o uso de herbicidas alternativos, utilizados através de aplicações isoladas ou através de misturas em tanques com herbicidas antes utilizados (PETERSON, 1999). Essa mistura de herbicidas no tanque de pulverização, uso de misturas formuladas, ou até mesmo aplicações seqüenciais de herbicidas no manejo e prevenção de resistência, baseia-se no fato de que os diferentes ingredientes ativos dos herbicidas são capazes de controlar com eficiência todos os biótipos da mesma espécie, ou seja, o biótipo resistente a um dos herbicidas utilizados acaba sendo controlado por outro ingrediente ativo da mistura.

Aplicações seqüenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação é uma eficiente técnica para controle de biótipos resistentes em uma área de cultivo. De acordo com Vargas & Roman (2006), essas aplicações são importantes, principalmente em casos de resistência de alterações no local de ação do herbicida, em contrapartida, se a resistência for devido ao metabolismo da planta, podendo ser específico para cada molécula, a escolha dos herbicidas que compõem a mistura será dificultada, sendo necessário conhecimento técnico específico sobre as características do metabolismo de cada molécula.

6.3. Realizar rotação de mecanismo de ação de herbicidas

A utilização alternada de produtos com diferentes mecanismos de ação proporciona um controle eficaz por um período de tempo maior do que quando são aplicados de forma isolada, uma vez que a probabilidade de uma população se tornar resistente aos dois mecanismos diferentes ao mesmo tempo é muito menor. (VARGAS & ROMAN, 2006). Desse modo, a rotação de mecanismos de ação é de extrema importância, a fim de se evitar o desenvolvimento de indivíduos resistentes à herbicidas alternativos.

Para realizar uma rotação de mecanismos de maneira correta, o produtor deve adotar um sistema de aplicação, de forma que herbicidas com mesmo mecanismo de ação não sejam aplicadas na mesma área mais do que duas vezes seguidas. Quanto maior o número de mecanismos diferentes utilizados, menor será a probabilidade de seleção de biótipos resistentes (VARGAS & ROMAN, 2006).

6.4. Utilizar herbicidas com menor pressão de seleção

Para um controle de plantas daninhas ser considerado efetivo, ele não precisa necessariamente controlar todas as plantas da área de cultivo. A presença de um pequeno número de plantas daninhas na área pode ser desejável, desde que não afete o rendimento da cultura.

O produtor deve ficar atento ao nível de dano econômico e utilizar herbicidas que, apesar de não controlarem totalmente as plantas daninhas, mantenham a população em níveis baixos, sem prejudicar a produtividade (VARGAS & ROMAN, 2006).

O período de permanência de um herbicida no solo, após sua aplicação, pode determinar a eficácia no controle de plantas daninhas, sendo denominado efeito residual (NUNES & VIDAL, 2009). Esse efeito é uma característica muito desejável em situações em que seja necessário o controle de plantas por um determinado período. Contudo, herbicidas com longo período residual permanecem ativamente no solo, controlando diversos fluxos germinativos de plantas daninhas, aumentando assim, o número de plantas expostas ao tratamento. Segundo Vargas & Roman (2006), esse fator resultará em uma alta pressão de seleção e aumenta a probabilidade da seleção de um biótipo resistente.

Produtores devem visar o uso de herbicidas com menor eficiência e efeito residual, desde que não comprometa a produção, com o objetivo de reduzir a

pressão de seleção e retardar o processo evolutivo de resistência. (VARGAS & ROMAN, 2006).

6.5. Rotação de culturas

O sistema de rotação de culturas está entre um dos mais importantes componentes do manejo integrado de plantas daninhas devido a sua capacidade de aumentar a eficácia de táticas de manejo dessas plantas, favorecendo a competição e outras características das espécies cultivadas, além de afetar o tamanho e composição do banco de sementes de plantas daninhas no solo (CLEMENTS et al., 1994; SWANTON & MURPHY, 1996; CARDINA et al, 2002).

Em áreas em que a rotação de culturas é adotada, a comunidade de plantas daninhas é muito mais diversificada do que em áreas cultivadas em monocultura (DORADO et al., 1999), e de acordo com Doucet et al. (1999), uma maior diversidade de espécies impede que plantas daninhas mais problemáticas e de difícil controle dominem a área e causem maiores danos a produtividade.

Nas áreas onde existem biótipos resistentes, o produtor deve optar por culturas que possuam maior agressividade e maior capacidade de competição do que as plantas resistentes, e que sejam colhidas mais precocemente ou utilizando culturas com ciclos distintos, fazendo com que a colheita aconteça antes que as espécies daninhas possam produzir sementes, evitando sua multiplicação (VARGAS & ROMAN, 2006).

Além de fornecer ambientes com melhores dinâmicas de competição, a rotação de cultura também proporciona a possibilidade do uso de herbicidas diferentes e com outros mecanismos de ação não utilizados anteriormente, que não prejudicam a nova cultura instalada possibilitando uma maior variedade de produtos na rotação de mecanismos. Segundo Vargas & Roman (2006), a rotação de cultura deve ser planejada levando em consideração os mecanismos de herbicidas disponíveis e observando a capacidade de competição de cada uma das culturas a serem implantadas.

6.6. Prevenção e rotação de métodos de controle

Atualmente, o controle químico de plantas daninhas, feito através do uso de herbicidas, é o mais utilizado, de modo geral, por agricultores do mundo todo devido a sua alta eficiência e baixo custo. Entretanto, com o surgimento de plantas

resistentes, outros métodos de controle assumem maior importância e o controle químico deve ser utilizado em conjunto com esses métodos.

Além do controle químico, existem outros quatro métodos de controle, que fazem parte do manejo integrado de plantas daninhas, que são: preventivo, cultural, mecânico e físico. A utilização de todos esses métodos disponíveis deve ser feita pelo produtor no intuito de prevenir a resistência em áreas não afetadas e controlar plantas resistentes em áreas que elas já ocorrem (VARGAS & ROMAN, 2006).

O controle preventivo consiste em impedir a entrada de propágulos, podendo ser sementes ou estruturas de reprodução vegetativa de espécies de plantas daninhas em áreas onde elas reconhecidamente não ocorrem, e conseqüentemente, impedir seu estabelecimento (FONTES & GONÇALVES, 2009).

Esse método de controle é feito através do uso de sementes certificadas e origem comprovada, evitando disseminação de propágulos de plantas daninhas. O uso de equipamentos, maquinários e implementos somente deve ser feito após uma rigorosa limpeza, para retirar o solo aderido que pode conter sementes ou propágulos de plantas daninhas. Mudas em torrão só devem ser adquiridas de viveiristas que atendam as normas fitossanitárias estabelecidas. A utilização de esterco de origem animal, muito utilizado como adubo orgânico, pode introduzir novas espécies em áreas agrícolas, pois o animal pode ingerir sementes de plantas, que sobrevivem ao trato intestinal, e muitas vezes, essas sementes podem ter sua dormência quebrada através da atividade gástrica do animal. Caso o processo de curtimento do adubo orgânico seja feito corretamente, muitas dessas sementes não sobrevivem devido à elevação da temperatura (FONTES & GONÇALVES, 2009).

Segundo Agostinetto et al. (2015), esse tipo de controle consiste em usar qualquer condição ambiental ou prática de manejo que desenvolva o crescimento da cultura, essas práticas culturais devem ser utilizadas visando o benefício máximo da cultura em relação as plantas daninhas.

A escolha da cultivar adequada às condições do solo e do clima da região, correta adubação de plantio e de cobertura e adequação da densidade, profundidade e tamanho de entrelinhas podem proporcionar vantagens a cultura, o espaçamento deve ser reduzido para aumentar a cobertura do solo, diminuindo a incidência de luz solar sobre as plantas daninhas e a adubação do solo, profundidade e época de semeadura devem ser favoráveis para uma rápida germinação das sementes e emergência das plantas, para resultar em um

estabelecimento vigoroso e uniforme da cultura, aumentando a capacidade de competição e as chances de sobrevivência da cultura (Agostinetto et al, 2015).

O método de controle mecânico pode ser feito através da capina manual, roçada ou cultivo mecanizado com uso de tratores ou cultivadores de tração animal para eliminar plantas daninhas da área. A capina manual é muito empregada em cultivos orgânicos e situações onde não é possível o uso de controle químico, mas tem a desvantagem de ser um método muito oneroso e depender de muita mão-de-obra, que tem se tornado cada vez mais cara.

Para maior eficácia desse método, as plantas devem estar na fase inicial de crescimento, pois não possuem maior acúmulo de reserva, que contribui para sua sobrevivência, além disso, plantas maiores requerem maior energia para o corte e podem danificar ferramentas (FONTES & GONÇALVES, 2009) é importante que seja feito a roçada de plantas que sobreviveram à aplicação de herbicidas, de modo que o controle mecânico seja empregado em conjunto com o químico, dessa forma, plantas que restaram na área não vão ter capacidade de desenvolver resistência ao herbicida utilizado.

A utilização de plantas que promovem a cobertura do solo ou utilização de palhada são exemplos do controle físico. A palha reduz a infestação de plantas daninhas por alterar a umidade, luminosidade e temperatura do solo, que são os principais elementos no controle da dormência e germinação de sementes (THEISEN & VIDAL, 2000).

Essa cobertura superficial, além de fornecer proteção contra o impacto direto da chuva, impedindo a erosão e manter a umidade do solo, também atua como barreira física para a germinação de sementes de plantas daninhas e para diminuir a incidência de luz solar nessas plantas, impedindo o seu crescimento e a infestação na área. A palhada pode também atuar por meio de efeitos alelopáticos de substâncias químicas liberadas durante a decomposição da fitomassa, impedindo ou diminuindo a germinação e desenvolvimento de plantas daninhas (FAVERO et al., 2001; NOCE et al., 2008).

Existe também o efeito biológico da palhada, que fornece condições para o desenvolvimento de grande quantidade de organismos que utilizam sementes e plântulas como fontes de energia (NOCE et al., 2008).

Esse tipo de prática pode selecionar as espécies de plantas daninhas de uma área, fazendo com que apenas aquelas espécies capazes de ter um crescimento

inicial suficiente para ultrapassar a cobertura do solo se instalem na área, diminuindo a quantidade de espécies na população de plantas infestantes.

O agricultor deve levar em consideração o sistema de plantio, as espécies de plantas daninhas presentes na área e a cultura para fazer uma análise cuidadosa dos métodos de controle, para que o manejo integrado seja eficiente no controle da população de plantas infestantes, reduzir a pressão de seleção e diminuir o risco de seleção de biótipos resistentes, além de impedir a multiplicação das plantas resistentes já existentes na área (VARGAS E ROMAN, 2006).

7. Considerações finais

Para que seja possível um controle adequado de biótipos resistentes de *Conyza spp.*, o manejo deve ser feito de maneira contínua e através de diversas técnicas de manejo integrado de plantas daninhas, utilizando herbicidas alternativos, assim como a rotação de mecanismos de ação para diminuir a pressão de seleção e impedir o surgimento de novos biótipos resistentes, e fazer uma rotação de culturas e utilizar técnicas de cultivo como o plantio direto, mantendo uma cobertura vegetal sobre a superfície do solo, para suprimir a incidência de plantas de buva.

8. Referências

AGOSTINETTO, Dirceu et al. Manejo de plantas daninhas. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2015.

BETTS, Kevin J. et al. Mechanism of inheritance of diclofop resistance in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Science**, v. 40, n. 2, p. 184-189, 1992.

BHOWMIK, Prasanta C.; BEKECH, Marilyn M. Horseweed (*Conyza canadensis*) seed production, emergence, and distribution in no-tillage and conventional-tillage corn (*Zea mays*). **Agron. Trends Agric. Sci**, v. 1, p. 67-71, 1993.

BOERBOOM, Chris M. Nonchemical options for delaying weed resistance to herbicides in Midwest cropping systems. **Weed Technology**, v. 13, n. 3, p. 636-642, 1999.

BRUCE, Joseph A.; KELLS, James J. Horseweed (*Conyza canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and preemergence herbicides. **Weed Technology**, p. 642-647, 1990.

BURNSIDE, Orvin C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed Technology**, p. 621-625, 1992.

CARDINA, John; SPARROW, Denise H. A comparison of methods to predict weed seedling populations from the soil seedbank. **Weed Science**, v. 44, n. 1, p. 46-51, 1996.

CARDINA, John; HERMS, Catherine P.; DOOHAN, Douglas J. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. **Weed science**, v. 50, n. 4, p. 448-460, 2002.

CASTAGNARA, Deise D. et al. Taxa de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho na incidência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 440-446, 2011.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. *Planta Daninha*, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Imidazolinone resistant *Bidens pilosa* biotypes in the Brazilian soybeans areas. In: MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1996, Norfolk. **Abstract...** Norfolk. WSSA, 1996. p. 10.

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, 2003a.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.) Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Londrina: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2003b. p. 2-21.

CLÉMENTS, David R.; WEISE, Stephan F.; SWANTON, Clarence J. Integrated weed management and weed species diversity. **Phytoprotection**, v. 75, n. 1, p. 1-18, 1994.

DALAZEN, Giliardi et al. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2015.

DIAS, N. M. P. et al. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 293-300, 2003.

DORADO, J.; DEL MONTE, J. P.; LOPEZ-FANDO, C. Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. **Weed Science**, v. 47, n. 1, p. 67-73, 1999.

DOUCET, Colleen et al. Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. **Weed science**, v. 47, n. 6, p. 729-735, 1999.

FAVERO, Claudenir et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FERREIRA, E. A. et al. Glyphosate translocation in hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) biotypes. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 637-643, 2008.

FONTES, José Roberto Antoniol; GONCALVES, JRP. Manejo integrado de plantas daninhas. In: **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PRAGAS, 1., 2009, Belém, PA. Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas em grãos e fruteiras: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 1 CD. ROM., 2009.

FORNAROLLI, D. A. et al. Interferência da espécie *Conyza bonariensis* no rendimento de grãos na cultura da soja. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. Responsabilidade social e ambiental no manejo de plantas daninhas. Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 1475-1478. Trab. 312. 1 CD-ROM. CBCPD., 2010.

FRANKTON, C.; MULLIGAN, G.A. Weeds of Canada (revised). Toronto: NC, 1987. 217p.

FUERST, E. Patrick; NORMAN, Michael A. Interactions of herbicides with photosynthetic electron transport. **Weed Science**, v. 39, n. 3, p. 458-464, 1991.

GAZZIERO, Dionisio LP et al. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 117-125, 1998.

GE, Xia et al. Rapid vacuolar sequestration: the horseweed glyphosate resistance mechanism. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 66, n. 4, p. 345-348, 2010.

GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. Herbicide rotations and mixtures: effective strategies to delay resistance. In: GREEN, M.B.; LeBARON, H.L.; MOBERG, W.K. Managing resistance to agrochemicals: from fundamental research to practical strategies. Washington: American Chemical Society, 1990. p.430- 458.

HEAP, Ian M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. **Pesticidescience**, v. 51, n. 3, p. 235-243, 1997.

HEAP, I. International survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.com>>. Acesso em: 28 fev. 2020. [Links]

- KASPARY, T. E. et al. Investigation of the mechanism of resistance to glyphosate herbicide in hairy fleabane. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 555-564, 2016.
- KISSMANN, K. G. Resistência de plantas a herbicidas. São Paulo: Basf Brasileira S.A., 1996. 33 p.
- KISSMAN, K.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas [Weeds and harmful plants]. **Editores BASF**, v. 2, p. 978, 1999a.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. São Bernardo do Campo: Basf., 1999b. p.152- 156, 278-284.
- KOZLOWSKI, Luiz Alberto et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.
- KUVA, Marcos A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: I-Tiririca. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2000.
- KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: III-capim-braquiária (*Brachiariadecumbens*) e capim-colonião (*Panicummaximum*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.
- LAMEGO, F. P. et al. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate: coberturas de inverno e herbicidas em pré-semeadura da soja. **Planta daninha**, v. 31, n. 2, p. 433-442, 2013.
- LAZAROTO, Carlos Alberto; FLECK, Nilson Gilberto; VIDAL, Ribas Antonio. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.
- LEROUX, Gilles D.; BENOÎT, Diane-L.; BANVILLE, Sophie. Effect of crop rotations on weed control, *Bidens cernua* and *Erigeron canadensis* populations, and carrot yields in organic soils. **Crop Protection**, v. 15, n. 2, p. 171-178, 1996.
- LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. **REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA COOPERSUCAR: PRAGAS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**, p. 59-73, 1983.
- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycinemax*). **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 419-425, 2000.
- MONQUERO, P. A et al. Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v. 26, n. 1, p. 47-55, 2008.
- MONQUERO, P. A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.
- MOREIRA, M. S. et al. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

- MOREIRA, M. S. et al. Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta daninha**, v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010.
- NOCE, MARCO AURÉLIO et al. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 03, 2008.
- NORSWORTHY, Jason K. et al. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. **Weed Science**, v. 60, n. SP1, p. 31-62, 2012.
- NUNES, ANDERSON LUIZ; VIDAL, Ribas Antonio. Seleção de plantas quantificadoras de herbicidas residuais. **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 19, 2009.
- PETERSON, Dallas E. The impact of herbicide-resistant weeds on Kansas agriculture. **Weed technology**, v. 13, n. 3, p. 632-635, 1999.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- POWLES, Stephen B.; HOWAT, Peter D. Herbicide-resistant weeds in Australia. **Weed Technology**, v. 4, n. 1, p. 178-185, 1990.
- POWLES, Stephen B.; PRESTON, Christopher. Herbicide cross resistance and multiple resistance in plants. **Herbic. Resist. Action Committee Monogr**, v. 2, 1995.
- SUZUKI, D. T.; GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. **Introdução à genética**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 633 p
- SWANTON, Clarence J.; MURPHY, Stephen D. Weed science beyond the weeds: the role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health. **Weed science**, v. 44, n. 2, p. 437-445, 1996.
- THEBAUD, C.; ABBOTT, R.J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. *American Journal of Botany*, Columbus, v.82, n.3, p.360-368, 1995
- THEISEN, Giovani; VIDAL, Ribas Antonio; FLECK, Nilson Gilberto. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.
- TREZZI, M. M. et al. Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 543-550, 2013.
- TREZZI, M. M. et al. Impact of *C. onyza bonariensis* density and establishment period on soybean grain yield, yield components and economic threshold. **Weed Research**, v. 55, n. 1, p. 34-41, 2015.
- VANGESSEL, Mark J. Glyphosate-resistant horseweed from Delaware. **Weed Science**, v. 49, n. 6, p. 703-705, 2001.

VARGAS, L. et al. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 1999.

VARGAS, Leandro; ROMAN, Erivelton Scherer. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas**. Embrapa Trigo, 2006.

VARGAS, Leandro; ROMAN, Erivelton Scherer. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. **EmbrapaTrigo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

VARGAS, Leandro; GAZZIERO, D. L. P. Manejo de buva resistente ao glifosato. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2009.

VIDAL, Ribas Antonio; FLECK, Nilson Gilberto. Análise do risco da ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas. **Planta daninha. Londrina, Pr. vol. 15, n. 2 (1997), p. 152-161**, 1998.

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

VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, A. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Herbicidologia. Porto Alegre**, p. 138-148, 2001.

VIDAL, Ribas Antonio et al. 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. 309-315, 2007.

ZAMBRANO-NAVEA, C.; BASTIDA, F.; GONZALEZ-ANDUJAR, José Luis. A hydrothermal seedling emergence model for *Conyza bonariensis*. **Weed Research**, v. 53, n. 3, p. 213-220, 2013.