

MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

NÚBIA MARIA CORREIA¹

PEDRO MILANEZ DE REZENDE²

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], desde a sua introdução no Brasil, tem sido conduzida com alto nível técnico em todas as suas operações. Mesmo assim, vem passando por diversas mudanças, como alterações nas técnicas de manejo, a exemplo do sistema de semeadura direta, e também nas áreas de cultivo.

Por causa do mercado favorável, a cultura se expandiu da Região Sul para o Sudeste do Brasil, atingindo até o norte do País. A soja é hoje a segunda cultura em área plantada no Brasil e, no âmbito mundial, é o segundo maior produtor dessa leguminosa.

Entretanto, a presença de plantas daninhas na cultura causa problemas que se refletem em perdas na qualidade do produto, no rendimento e até mesmo na inviabilização da colheita. Vários métodos de controle estão disponíveis, sendo o químico o preferido pelos agricultores. Segundo Gazziero et al. (1994), do total de vendas faturadas no Brasil com produtos fitossanitários, 22% ou duzentos e setenta milhões de dólares referem-se a herbicidas

¹Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Curso de Produção Vegetal. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP. nubiamc@bol.com.br

²Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor. Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 37. Lavras, MG 37.200-000. pmrezend@ufla.br

na cultura da soja, o que evidencia a importância do problema. Em relação aos custos de produção, o controle das invasoras representa um dos itens que mais oneram o produtor, variando desde 15% até 40% do total utilizado com insumos.

A expectativa é de que a soja mantenha o significativo mercado de herbicidas, com muitos novos compostos sendo corretamente desenvolvidos e comercializados. A necessidade de controle das plantas daninhas na fase inicial da cultura tem feito da cultura da soja um dos maiores segmentos da indústria de herbicidas.

No entanto, são diversas as possibilidades de manejo das plantas daninhas na cultura da soja. As diferentes formas de manejo podem ser utilizadas isoladamente ou em combinação de duas ou mais, visando à eficácia, economicidade e praticidade (Deuber, 1997).

2. INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

O grau de interferência das plantas daninhas nas culturas depende da comunidade vegetal infestante (espécie, densidade e distribuição), da cultura (cultivar, espaçamento e densidade), do ambiente (solo, clima e manejo) e do período de convivência (Pitelli, 1985).

Chemale & Fleck (1982) observaram que 12 e 52 plantas por m² de *Euphorbia heterophylla* L., convivendo com a soja durante 45 dias, reduziram o rendimento em 6% e 16%, respectivamente, e as mesmas densidades, convivendo durante 115 dias, reduziram o rendimento em 22% e 50%.

Estudos de matocompetição na cultura da soja, realizados por Durigan (1983), evidenciam que as características morfológicas podem ser alte-

radas pela matocompetição, com implicações diretas na perda de produção. Dentre essas características, estão a altura das plantas e os números de ramos, de folhas e de vagens por planta. De acordo com esses estudos, a ausência das plantas daninhas foi diferenciada em virtude do tipo de solo. Dessa forma, o autor constatou uma certa predominância das dicotiledôneas, na razão de 5 até 10 para cada monocotiledônea em Latossolo Roxo distrófico. Anileira (*Indigofera hirsuta* L.) e apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla) representaram cerca de 50% e 70% das dicotiledôneas, respectivamente, em três observações realizadas, ficando o restante dividido entre dormideira (*Mimosa invisa* Mart.), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.) e beldroega (*Portulaca oleracea* L.). Em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, o mesmo autor constatou uma certa equivalência entre os percentuais de infestação das plantas daninhas mono e dicotiledôneas.

Knake (1992) mostrou que as plantas daninhas afetam a soja de diferentes maneiras. A população da cultura pode ser reduzida pela interferência das plantas daninhas, e o sombreamento imposto pelas mesmas durante o período reprodutivo da soja pode reduzir o desenvolvimento de vagens e, conseqüentemente, a produção final.

Por sua vez, Karam et al. (1993), estudando o efeito de diferentes densidades de algumas plantas daninhas sobre a cultura da soja, observaram que 16,7 plantas por m² de *Acanthospermum hispidum* reduziram o rendimento da soja, cultivar BR-16 (50 plantas por m²) em 23%, ao passo que, na mesma densidade, a *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch. reduziu em 42% e a *Commelina benghalensis* L. (49,4 plantas por m²) reduziu em 3%. No mesmo trabalho, os pesquisadores observaram também que outras plantas daninhas, como *Euphorbia heterophylla* (42,5 plantas por m²), *Senna obtu-*

sifolia (L.) rwin & Barneby (15,9 plantas por m²) e *Ipomoea grandifolia* O'Donnel (8,5 plantas por m²) reduziram o rendimento da cultivar Invicta (60 plantas por m²) em 12%, 13% e 5%, respectivamente.

Em trabalho similar, Karam et al. (1994) verificaram que o rendimento da cultivar BR-29 (50 plantas por m²) foi reduzido em 15,4% na convivência com três plantas de *Acanthospermum hispidum* por m². Quanto à interferência de *Ipomoea grandifolia*, observou-se uma redução de aproximadamente 6,6 kg ha⁻¹ a cada 1,0 g de biomassa seca acumulada por essa espécie por m².

Melhorança (1994), avaliando os efeitos da densidade de *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC. sobre a produtividade da soja, verificou que duas plantas daninhas dessa espécie, quer estejam na linha ou na entrelinha, reduzem a produção em 9%. Essa redução atingiu 40% quando a densidade chegou a 25 plantas por m².

De acordo com Fleck & Candemil (1995), as gramíneas [papuã (*Brachiaria plantaginea*) ou milhã (*Digitaria ciliaris* Retz.) Kael)] apresentaram maior potencial de dano do que as dicotiledôneas caruru (*Amaranthus lividus* L. e *A. viridis* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), beldroega (*Portulaca oleracea*) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis* Gomez), pois causaram perdas médias na ordem de 42% e 23%, respectivamente.

A esse mesmo respeito, Fleck (1996) verificou que a interferência causada pela presença de *Brachiaria plantaginea* na soja atingiu reduções no rendimento de grãos de 18% a 82%, decorrentes da densidade da planta daninha de 70 a 780 plantas por m². Ocorreram perdas de 4,8% no rendimento de grãos de soja para cada incremento de 100 plantas por m². O ga-

nho de produtividade obtido pelo controle de *Brachiaria plantaginea* variou entre 675 a 3710 kg ha⁻¹ de grãos.

3. MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

3.1 MANEJO PREVENTIVO

O manejo preventivo envolve a utilização de sementes puras e programas de redução de sementes de plantas daninhas na entressafra, por meio de práticas diversas e da rotação de culturas.

3.1.1 SEMENTES PURAS

O primeiro cuidado que se deve ter na implantação da cultura da soja é realizar a semeadura com sementes isentas de disseminulos de espécies não desejadas. Ao se adquirir as sementes, é importante verificar se as mesmas são certificadas e garantidas quanto a sua qualidade e sua pureza. Da mesma forma, se o próprio agricultor produz a sua semente, deve-se ter todos os cuidados na sua descontaminação, com uso de peneiras adequadas e ventilação (Deuber, 1997).

3.1.2 MANEJO NA ENTRESSAFRA

Este manejo preventivo pode ser realizado por meios mecânicos, químicos e culturais. Havendo cultura na entressafra, em sucessão, como o trigo ou o sorgo, o manejo desta cultura, qualquer que seja o método, já é um fator positivo de redução de sementes que germinam e vegetam o ano todo, como é o caso de picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.) ou falsa-

serralha (*Emilia sonchifolia* DC.). Nessa situação, cuidado especial deve ser tomado após a colheita da cultura de entressafra, evitando a disseminação das mesmas.

O manejo das plantas daninhas, seja após a cultura de entressafra, ou em áreas de pousio, pode ser realizado mecanicamente com a utilização de roçadeira ou rolo-faca, após certo período de desenvolvimento das plantas, mas antes de alcançarem o estágio de formação de sementes. É aconselhável fazer o manejo até o início do florescimento. O material vegetal fica picado sobre o solo, formando cobertura morta útil na proteção contra erosão e reduzindo a germinação de plantas daninhas, além de proporcionar enriquecimento do solo, tanto química quanto biologicamente.

Na Figura 1, verifica-se a diferença na densidade de plantas daninhas em dois sistemas de manejo (com e sem frutificação das infestantes), o que ilustra o aspecto relatado acima.

Outra forma de manejo preventivo na entressafra é o uso de herbicidas ou de dessecantes de amplo espectro (controlando mono e dicotiledôneas), aplicados na mesma época em substituição ao manejo mecânico. No mercado, estão disponíveis os produtos glifosate, sulfosate, 2,4-D, paraquat, paraquat + diuron, cyanazine e flumioxazin. A utilização de um ou mais produtos, bem como a dose a ser utilizada, dependem das espécies presentes na área, do estágio de desenvolvimento e da cultura subsequente a ser implantada (Buzatti, 1999).

Quando a planta daninha ou a cultura a ser dessecada encontra-se no início da fase vegetativa e a morte das folhas é suficiente, pode-se usar herbicidas com ação de contato. No entanto, quando são capazes de rebrotar ou armazenar energia na parte subterrânea, e a morte da parte aérea não é

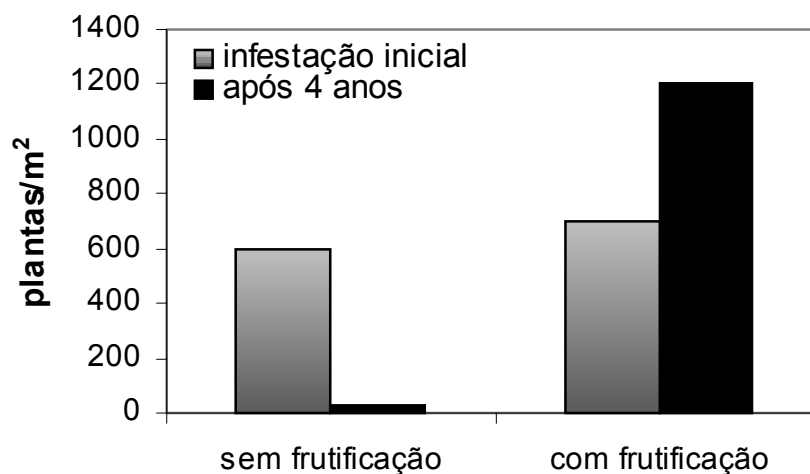


Figura 1 – Diferença na densidade de infestação em dois sistemas de manejo das plantas daninhas com e sem frutificação (Fonte: Skóra Neto, 1993).

suficiente, recomendam-se herbicidas sistêmicos, capazes de translocar seu ingrediente ativo na planta (Gassen & Gassen, 1996)

Essas operações de manejo são a base do sucesso do sistema de semeadura direta que, se for bem realizada, vai proporcionar um melhor controle em pós-emergência, evitando que algumas plantas daninhas, como a guanxuma (*Sida* spp.), a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), a erva-quente (*Spermacoce latifolia* Aubl.) e a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) venham causar problemas futuros, comprometendo toda a estratégia de controle de plantas daninhas no sistema de semeadura direta (Buzatti, 1999).

No caso da semeadura convencional, os restos vegetais devem ser do menor porte possível e estar bem desintegrados. Com isso, o processo de

decomposição da massa vegetal se fará mais rapidamente, com mais facilidade e menor dispêndio de energia pela incorporação ao solo com o processo de aração e gradagem. Essas operações visam também à eliminação de sementeiras de plantas daninhas.

3.1.3 ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS

Com um programa de rotação e sucessão de culturas, é possível alterar o ambiente comparativamente a um processo de monocultura. A rotação de culturas também permite a rotação de herbicidas, e com a sucessão de culturas, tem-se a possibilidade de manter a área ocupada pela espécie desejada, não permitindo a infestação por espécies daninhas (Gazziero, 1998).

Associar a rotação de culturas com o sistema de semeadura direta tem sido a prática mais eficaz do ponto de vista do manejo de plantas daninhas. O não-revolvimento do solo mantém muitas sementes no perfil a profundidades nas quais não germinam. A palha ou restos culturais proporcionam a cobertura da superfície, evitando a germinação de diversas espécies que aí se localizam, além de proteger o solo (Deuber, 1997).

Estudo conduzido por Ruedell (1995) durante nove anos em áreas de rotação de culturas, utilizando a proporção de 1/3 de milho e 2/3 de soja, mostrou redução na densidade de dicotiledôneas e aumento na densidade de gramíneas na cultura da soja. Isso significa que em áreas infestadas de gramíneas, quando cultivadas com milho, o controle das mesmas é suficiente para evitar perdas no rendimento de grãos da cultura, porém não impede sua infestação tardia, deixando a cultura no "mato". Esse fato levou a um aumento da densidade de gramíneas na cultura da soja no verão seguinte (Figura 2).

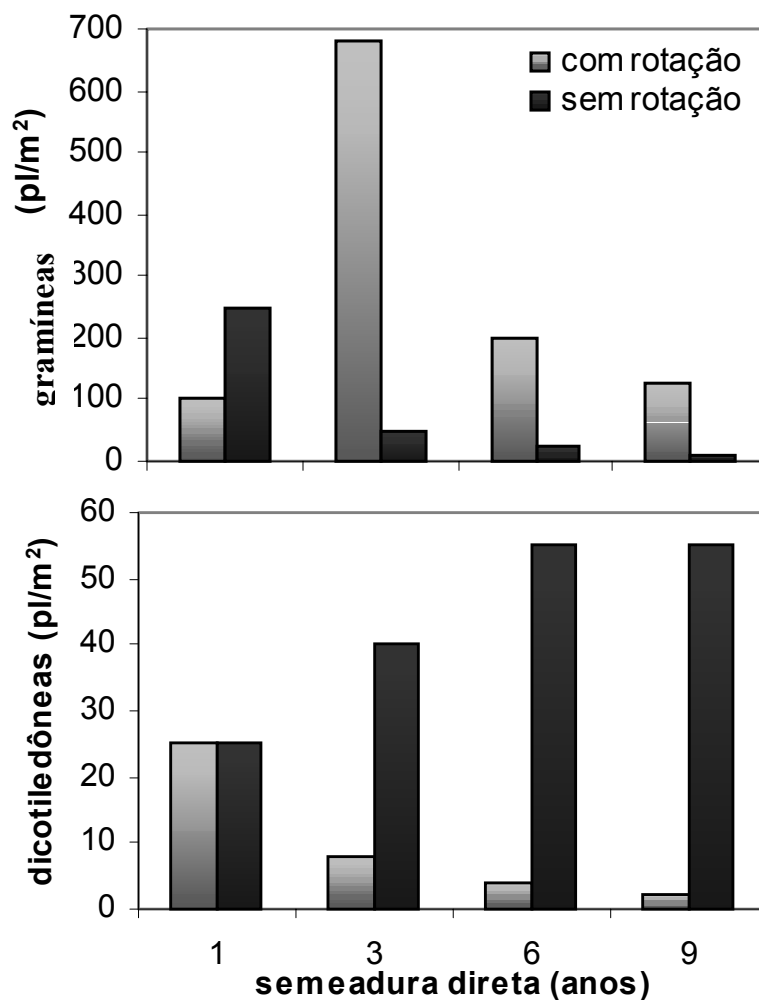


Figura 2 – Ocorrência e evolução de plantas daninhas na cultura da soja, durante um período de nove anos no sistema de plantio direto, em áreas com 1/3 de milho e 2/3 de soja (com rotação) e somente soja (sem rotação) (Fonte: Ruedell, 1995).

Por outro lado, a presença de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) após a cultura do milho, além de proporcionar uma boa cobertura de solo, pode ser aproveitada como pastagem para bovinos.

3.2 MANEJO CULTURAL

O manejo cultural se faz por meio da escolha de cultivares, do manejo populacional e de práticas fitotécnicas, especialmente aquelas relacionadas com a fertilidade do solo.

3.2.1 ESCOLHA DE CULTIVARES

A escolha correta de cultivares é, na realidade, o primeiro passo no estabelecimento de uma cultura. E, no caso da soja, há um grande número de cultivares adaptadas para as diferentes regiões do Brasil.

3.2.2 MANEJO POPULACIONAL

Este tipo de manejo cultural consiste no arranjo espacial das plantas da cultura, em função do porte da cultivar utilizado, e também por meio de mudanças no número de plantas por área, podendo-se alterar tanto o espaçamento entre as linhas quanto o número de plantas por linha. Com isso, planeja-se a ocupação ideal do solo, buscando-se o potencial produtivo da cultivar e reduzindo-se o espaço disponível a outras plantas não desejáveis. Para cada condição de solo e clima, existem hoje cultivares adaptadas e que devem ser escolhidas com bastante critério.

Brizuela (1994), trabalhando com as cultivares de soja IAC-5 e IAC-8, nos espaçamentos de 34 cm e de 51 cm, nas condições de Capitan Miranda (Paraguai) e de Jaboticabal, SP (Brasil), não verificou diferença estatísti-

camente significativa entre os espaçamentos utilizados, quanto à produção de grãos, porém houve melhor controle das plantas daninhas no menor espaçamento.

Em trabalho similar, Braz (1996) observou que para *Bidens pilosa*, *Alternanthera tenella* e *Mimosa invisa*, ocorreram reduções populacionais de 39,1%, 58,7% e 79,3%, respectivamente, com apenas a redução do espaçamento de 51 para 34 cm, em função do maior sombreamento proporcionado pela cultura da soja. Salientou o autor que nos espaçamentos normalmente indicados para a semeadura da soja, a penetração de luz na entrelinha é relativamente grande até os dois primeiros meses.

3.2.3 PRÁTICAS FITOTÉCNICAS

A correção do solo, neutralizando o teor de alumínio e elevando o pH, favorece a cultura e pode desfavorecer determinadas espécies daninhas adaptadas a condições de acidez e elevados teores de Al. A adubação que é feita acompanhando a linha de semeadura já é prática rotineira, é também favorece a soja, não ficando o fertilizante tão próximo às plantas daninhas das entrelinhas.

3.3 MANEJO MECANIZADO

Após a instalação da cultura, o manejo das plantas daninhas pode ser feito com o uso de cultivadores, no entanto, o uso desses implementos é viável economicamente, desde que haja adequado dimensionamento entre a área, a cultivar, o tamanho e o rendimento dos equipamentos utilizados (Deuber, 1997).

Alguns cuidados devem ser tomados com o uso de cultivadores: no primeiro cultivo, não chegar com o cultivador muito junto das linhas, pois as plantas de soja ainda estão muito pequenas; não aprofundar o cultivador no segundo cultivo, para não afetar o sistema radicular superficial, e não fazer os cultivos com o solo úmido, para evitar a compactação.

O manejo mecânico inclui, também, a capina manual e mecânica, que são úteis principalmente em pequenas e médias propriedades. A capina manual assume grande importância em campos de produção de sementes, e se disponível, constitui uma boa alternativa para ser utilizada isoladamente, ou em complementação a outro método de controle. Também é importante para um programa de catação de espécies em disseminação (Gazziero, 1998).

3.4 MANEJO BIOLÓGICO

Embora o controle biológico de plantas daninhas tenha se iniciado aproximadamente na mesma época que o controle químico (Ennis, 1985), somente a partir da década de 50 começou a despertar maior interesse, pois, nesse período, iniciou-se a preocupação com o ambiente (Gazziero, 1998).

São dois os métodos de controle biológico: o clássico (ou inoculativo) e o micoherbicida (ou inundativo).

O método inundativo aplica-se melhor à soja e a outras culturas anuais cujo ambiente é frequentemente perturbado pelo manejo do solo e da cultura. Esse método preconiza o uso de fungos que, após multiplicados e formulados, são aplicados como um herbicida qualquer. Exemplos de sucesso comercial desses micoherbicidas foram relatados nos Estados Unidos (Gazziero, 1998).

Para a cultura da soja, já existe a possibilidade de controle de algumas espécies, como o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), com o uso de mi-coherbicidas pelo fungo *Helminthosporium* sp., já tendo sido alcançado nível superior a 60% de controle com o uso desse fungo (Deuber, 1997).

3.5 MANEJO QUÍMICO

O manejo químico é o mais utilizado na cultura da soja. As aplicações de herbicidas podem ser feitas antes da semeadura, com a incorporação ao solo (PSI) somente no sistema convencional de semeadura; após a semeadura, mas antes da emergência das plantas daninhas (PRÉ) e, após a emergência das plantas daninhas e da cultura (PÓS).

3.5.1 APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PSI

Alguns herbicidas necessitam ser incorporados ao solo em consequência de sua sensibilidade à radiação ultravioleta, como é o caso daqueles que pertencem ao grupo das dinitroanilinas. Quando a aplicação é feita antes ou durante as horas de maior insolação, a incorporação deve ser realizada o mais breve possível. Se for realizada à tardinha ou no início da noite, pode-se aguardar até a manhã do dia seguinte para realizar a incorporação (Deuber, 1997).

A incorporação ideal para os herbicidas do grupo das dinitroanilinas deve atingir, no mínimo, cinco centímetros e, no máximo, dez centímetros de profundidade. Assim, o produto fica bem protegido da radiação solar e não se dilui demais na camada do solo, tornando-se eficiente no controle de maior espectro de plantas daninhas. Essas operações podem ser feitas com

antecipação de 15 a 20 dias, em condições de seca, esperando-se por uma chuva para realizar a semeadura.

São poucos os herbicidas de PSI indicados para a cultura da soja disponíveis atualmente. Na Tabela 1, estão listados os herbicidas aplicados em PSI e PRÉ registrados para a cultura da soja.

Como o metribuzin é eficiente no controle de dicotiledôneas, pode ser misturado com o trifluralin ou pendimethalin, no sentido de ampliar o espectro de controle das plantas daninhas, sendo ideal, nesse caso, a incorporação a uma profundidade de 5 a 6 cm.

3.5.2 APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PRÉ

□ 3.5.2.1 PRÉ-EMERGENTES APLICADOS EM MISTURA COM DESSECANTES NO SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Esta operação é realizada quando, por ocasião da aplicação do dessecante, é necessário o controle de plantas daninhas que germinarem após a dessecação da cobertura.

Para a realização dessa operação, deve-se observar o tipo de herbicida pré-emergente a ser utilizado (solubilidade, retenção pela palha, etc.) e também a porcentagem de cobertura verde sobre o solo. Na maioria dos casos, não é recomendado utilizar dessecante junto com o herbicida residual quando a cobertura verde ocupar mais de 30% da superfície do solo. Porcentagens maiores podem comprometer a eficácia do herbicida residual por causa da retenção pela cobertura verde (Buzatti, 1999).

Tabela 1. Herbicidas para aplicação em PSI e em PRÉ registrados para a cultura da soja.

Princípio ativo	Marca	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose (kg i.a.ha ⁻¹)	Modo de aplicação	Mecanismo de ação
alachlor	Laço CE	480	2,40-3,36	PRÉ	Inib. da divisão celular (parte aérea)
clomazone	Gamit	500	0,80-1,00	PRÉ	Inib. da síntese de carotenóides
cyanazine	Bladex 500	500	1,25-1,50	PRÉ	Inib. do fotossistema II
diclosulam	Spider 840 GrDA	840	0,020- 0,035	PRÉ-PSI	Inib. da ALS
dimethenamide	Zeta 900	900	1,125	PRÉ	Inib. da divisão celular (parte aérea)
flumetsulam	Scorpion	120	0,105-	PRÉ-PSI	Inibidor da ALS
	Scorpion 840 DG	840	0,140		

Princípio ativo	Marca	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose (kg i.a.ha ⁻¹)	Modo de aplicação	Mecanismo de ação
... Continuação					
flumioxazin	Flumizin 500	500	0,045-	PRÉ	Inib. da Protox
	Sumisoya	500	0,060		
imazaquin	Scepter	150	0,15	PRÉ-PSI	Inib. da ALS
	Topgan	150			
	Topgan GrDA	700			
	Scepter 70 DG	700			
linuron	Afalon SC	450	0,75-1,50	PRE	Inib. do fotossistema II
metolachlor	Dual Gold	960	1,44-1,92	PRÉ	Inib. da divisão celular (parte aérea)

Princípio ativo	Marca	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose (kg i.a.ha ⁻¹)	Modo de aplicação	Mecanismo de ação
... Continuação					
metribuzin	Lexone SC	480	0,35-0,49	PRÉ-PSI	Inib. do fossistema II
	Sencor 480	480			
pendimethalin	Herbadox 500	500	0,75-1,50	PSI	Inib. da polimerização de tubulina
sulfentrazone	Boral 500 SC	500	0,60	PRÉ	Inib. da Protox
trifluralin	Vários	445	0,53-1,07	PSI	Inib. da
	Premerlin 600	600	1,80-2,40	PRE-PSI	polimerização de tubulina

Fonte: EMBRAPA (2001), Leite et al. (1998) e UFESM (2001).

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os resultados da eficácia do herbicida flumetsulam em aplicações simultâneas com produtos dessecantes. Não foram observados efeitos de incompatibilidade ou antagonismo entre os produtos. Da mesma forma, não houve nenhuma diferença entre as formas de aplicação do flumetsulam no controle das principais plantas daninhas (Marochi, 1994).

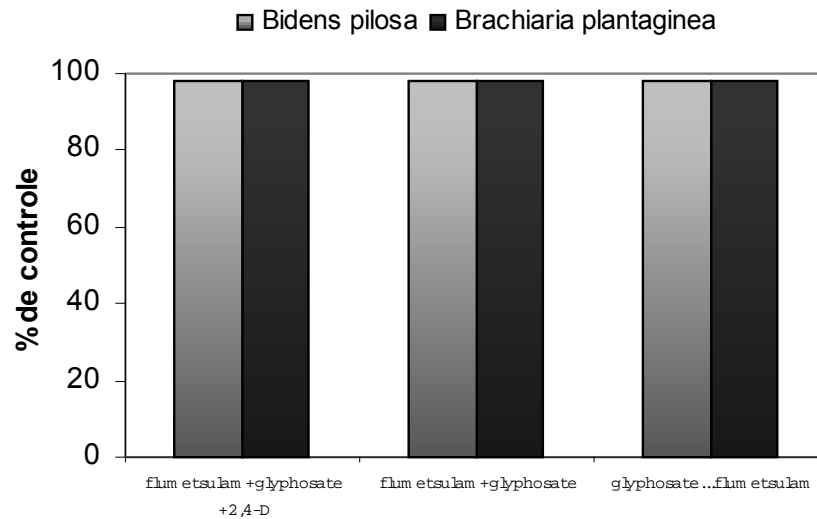


Figura 3 – Porcentagem de controle de *Bidens pilosa* e *Brachiaria plantaginea*, quando o flumetsulam é aplicado em mistura em tanque com herbicidas dessecantes e em aplicação seqüencial (Fonte: Marochi, 1994).

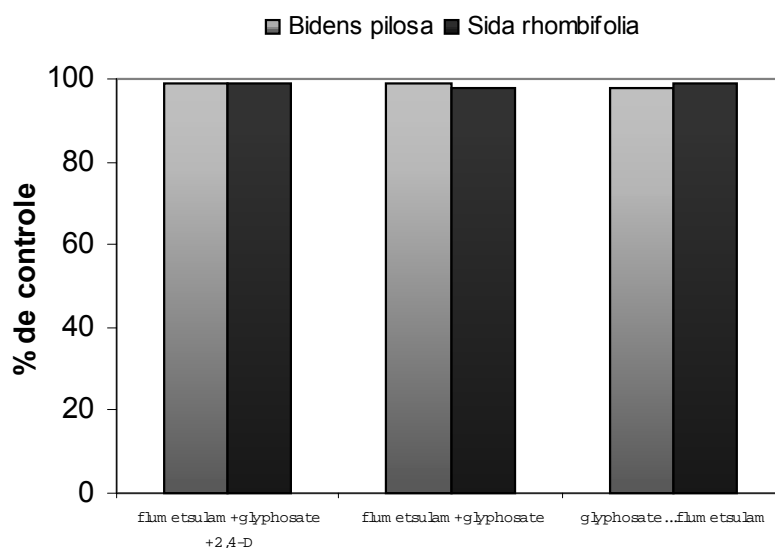


FIGURA 4 – Porcentagem de controle de *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*, quando o flumetsulam é aplicado em mistura em tanque com herbicidas dessecantes e em aplicação seqüencial (Fonte: Marochi, 1994).

□ 3.5.2.2 PRÉ-EMERGENTES APLICADOS APÓS A DESSECAÇÃO OU PREPARO DO SOLO

Esta operação é realizada após o manejo ou preparo do solo e após a implantação da cultura, na semeadura ou logo após a semeadura, entretanto, antes da emergência da cultura e da planta daninha.

No sistema de semeadura direta, a origem e a quantidade da cobertura morta sobre a superfície do solo podem comprometer a capacidade de um herbicida residual atingir o solo em virtude da retenção do produto pela palha, não permitindo o contato do produto com o solo (Rodrigues, 1993; Buzzatti, 1999).

Dependendo das características físico-químicas dos produtos, a palha terá uma maior ou menor influência na sua eficácia. Alguns autores citam que a solubilidade em água é a principal característica, a qual confere maior ou menor capacidade de um herbicida em atingir o solo no sistema de semeadura direta. Outras características, no entanto, podem exercer essa influência, como a pressão de vapor e o coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}).

O K_{ow} refere-se à medida da intensidade da afinidade da molécula pela fase polar (representada pela água) e apolar (representada pelo octanol). Por ser uma medida da lipofilicidade da molécula, está sendo utilizada como medida da interação entre herbicidas e material orgânico (Oliveira et al., 2001)

Pode-se observar, na Tabela 2, a solubilidade, a pressão de vapor e o K_{ow} de alguns herbicidas aplicados em PSI e PRÉ.

Buzatti & Santos (1999) observaram que os herbicidas diclosulam e flumetsulam proporcionaram controle das espécies *Amaranthus* sp., *Sida* sp. e *Bidens pilosa*, independente da presença ou não da palha de aveia-preta na superfície do solo. Em outro trabalho, a aplicação do flumetsulam resultou em controle superior a 95% para *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Sida rhombifolia*, independente da quantidade de palha de aveia-preta (3865 e 7314 kg ha⁻¹) e das doses de 120 ou 240 g ha⁻¹ do herbicida (Marochi et al., 1995).

Outros fatores que exercem influência na retenção dos herbicidas pela palha são a quantidade e a época das chuvas que ocorrem após a aplicação (Rodrigues, 1993).

Tabela 2 – Solubilidade em água, pressão de vapor e coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) dos herbicidas aplicados em PSI e PRÉ registrados para a cultura da soja.

Princípio ativo	Solubilidade em água (ppm)	Pressão de vapor (mmHg)	K_{ow}
alachlor	242	$1,6 \times 10^{-5}$	794
clomazone	1100	$1,44 \times 10^{-4}$	350
cyanazine	171	$1,6 \times 10^{-9}$	127
diclosulam	124	5×10^{-15}	1,42
dimethenamid	1389	$2,76 \times 10^{-4}$	não conhecido
flumetsulam	5600	$2,8 \times 10^{-15}$	1,62
flumioxazin	1,79	$2,41 \times 10^{-6}$	não conhecido
imazaquin	60	2×10^{-8}	2,2
linuron	75	$1,7 \times 10^{-5}$	1010
metolachlor	488	$1,3 \times 10^{-5}$	794
metribuzin	1100	$1,2 \times 10^{-7}$	44,7
pendimethalin	0,3	3×10^{-5}	152000
sulfentrazone	490	1×10^{-9}	não conhecido
trifluralin	0,3	$1,1 \times 10^{-4}$	118000

Fonte: Rodrigues & Almeida (1998)

Rodrigues (1993) estudou a influência da cobertura morta de trigo (*Triticum aestivum* L.) no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone aplicados em pré-emergência na cultura da soja. No experimento

com o imazaquin, o pesquisador observou que a precipitação (9,7 mm) ocorrida no 8º dia após a aplicação do herbicida e a irrigação (15,0 mm) efetuada ao 9º dia, além das irrigações subsequentes, foram suficientes para arrastá-lo da palhada de trigo para o solo. Esse fato pode justificar o controle das espécies daninhas *Bidens pilosa*, *Brachiaria plantaginea* e tiguera de trigo, além de a quantidade de palha não ter influenciado na atuação do herbicida.

Quanto ao ensaio com o clomazone, Rodrigues (1993) constatou que houve redução do controle de *Bidens pilosa* com o aumento da quantidade de cobertura morta de trigo, independentemente da dose de clomazone utilizada. Com isso, ficou evidente que apenas uma parte do produto atingiu o solo. Foram aplicados 22 mm de água, por aspersão, em todo o experimento, imediatamente após a aplicação do herbicida, e até os 25 dias depois da aplicação, choveu 154,2 mm, somados à irrigação por aspersão efetuada. Essa quantidade de água seria suficiente para arrastar o produto para o solo, o que certamente não ocorreu.

Entre os herbicidas utilizados, apenas o clomazone mostrou evidências de ter sido interceptado pela cobertura morta; com isso reduziu a quantidade de produto que teria atingido o solo. Esse produto é mais solúvel que o imazaquin, tendo 1100 ppm contra 60 ppm do imazaquin. Da mesma forma, o clomazone é mais volátil, com valores da ordem de 10^{-4} mmHg, contra 10^{-8} mmHg do imazaquin (Rodrigues & Almeida, 1998).

Por sua vez, Rodrigues et al. (1998) observaram que mesmo após uma irrigação de 20 mm, apenas traços do trifluralin foram detectados no solo e na palha de aveia-preta. Isso pode ter ocorrido em consequência da volatilização rápida do produto da palha que, não tendo condições de atingir o solo, foi incorporado pela água de irrigação.

Outro fator responsável pela inibição da lixiviação dos herbicidas refere-se à adsorção desses na palha. Em condição de fraca afinidade, os herbicidas podem ser lixiviados pelos macroporos que seguem o fluxo da água. A capacidade diferenciada de adsorção dos herbicidas pode ser atribuída às mudanças da composição química da palha e ao seu envelhecimento.

3.5.3 APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PÓS

Os produtos aplicados em pós-emergência também apresentam algumas exigências para serem eficazes. Incluem o estágio de desenvolvimento da planta daninha e as condições de aplicação (umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura do ar), entre outros (Buzatti, 1999).

Rezende (1995), estudando a eficácia do herbicida imazethapyr na cultura da soja, concluiu que esse herbicida apresentou bons resultados de controle com doses a partir de 75 g i.a. ha⁻¹, quando a aplicação foi feita no estágio precoce das plantas daninhas, e essas apresentavam de duas até três folhas. No entanto, no estágio mais avançado, quando as plantas daninhas encontravam-se com quatro a seis folhas, os bons resultados só foram mantidos com as doses de 100 a 125 g i.a. ha⁻¹. Esse autor observou também que o lactofen foi o herbicida mais fitotóxico inicialmente, seguido da dose mais alta de imazethapyr; porém, em ambos os tratamentos, houve perfeita recuperação das plantas de soja.

Quando há uma diversidade de plantas daninhas de folhas largas, normalmente utilizam-se misturas de produtos, aumentando o espectro de controle das plantas daninhas e também a eficácia de alguns produtos, denominadas misturas tríplexes. A escolha dos produtos, bem como a dose a ser utilizada dependem da espécie, grau de infestação, estágio de desenvol-

vimento da espécies infestantes, preço do produto, etc. No entanto, somente as misturas comerciais possuem respaldo técnico.

Alguns exemplos de misturas em tanque utilizadas são apresentadas na Tabela 3.

Para o controle das plantas daninhas de folhas estreitas na cultura da soja, são oferecidos vários herbicidas graminicidas. A escolha do graminicida e dose a ser utilizada depende da espécie de planta daninha infestante e principalmente do estágio de desenvolvimento. Os principais graminicidas e latifolicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3. Mistura em tanque de herbicidas recomendados em pós-emergência para o controle de plantas daninhas de folhas largas na cultura da soja.

Princípio Ativo	Dose (L ha ⁻¹) p.c.
imazethapyr + lactofen + bentazon	0,5 + 0,3 + 1,0
imazethapyr + lactofen + chlorimuron-ethyl	0,5 + 0,3 + 0,03*
imazethapyr + fomesafen + chlorimuron-ethyl	0,5 + 0,5 + 0,03*
fomesafen + bentazon + seqüencial de fomesafen	0,5 + 1,0 + 0,5
lactofen + bentazon	0,4 + 1,0
fomesafen + imazethapyr	0,5 + 0,6

*g ha⁻¹

Fonte: Buzatti (1999) e Lorenzi (2000)

Princípio ativo	Marca	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose (kg i.a.ha ⁻¹)	Adjuvante	Mecanismo de ação
fenoxaprop	Furore	120	0,069-0,096	-	Inib. da ACCCase
fenoxaprop-p-ethyl	Podium	110	0,069-0,096	-	Inib. da ACCCase
fenoxaprop-p-ethyl +Clethodim	Podium S	50 + 50	0,050 + 0,050	-	Inib. da ACCCase
fluazifop-p-buthyl	Fusilade 125	125	0,188	Energic a	Inib. da
fluazifop-p-buthyl + fomesafen	Fusiflex	125 + 125	0,20-0,25	0,2% v/v Energic a 0,2% v/v	ACCCase Inib. da ACCCase e Inib. da Prottox
flumiclorac-pentil	Radiant 100	100	0,06	Assist a 0,2% v/v	Inib. da Prottox ACCCase

para a cultura da soja.

Dose g i.a.ha ⁻¹	Adjuvante	Mecanismo de ação
17-0,255	sulfato de NH ₄	Inib. da Prottox
0,72	Assist a 0,3% v/v	Inib. de fotossíntese
030-0,040	Agral a 0,2% v/v	Inib. da ALS
015-0,020	óleo mineral a 0,5% v/v	Inib. da ALS
084-0,108	óleo mineral a 1,0% v/v	Inib. da ACCCase
710-0,994	-	Inib. da ACCCase

Princípio ativo	Marca	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose (kg i.a.ha ⁻¹)	Adjuvante	Mecanismo de ação
... Continuação					
fomesafen	Flex	250	0,250	Energic a 0,2% v/v	Inib. da Protox
haloxyfop-R-metil éster	Verdict-R	120	0,048-0,06	Joint a 0,5% v/v	Inib. da ACCase
imazamox	Raptor 70 DG	700	0,030-0,040	óleo mineral a 0,5% v/v	Inib. da ALS
imazethapyr	Pivot	100	0,10	-	Inib. da ALS
	Vezir	100			
lactofen	Cobra	240	0,15-0,18	-	Inib. da Protox
	Chart 75 WG	750	0,06	não iônico	Inib. da ALS
propaquizafop	Shogun 100	100	0,125	óleo mineral	Inib. da ACCase
	CE			a 0,5% v/v	

Princípio ativo	Marca	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Dose (kg i.a.ha ⁻¹)	Adjuvante	Mecanismo de ação
... Continuação					
quizalofop-p-ethyl	*Targa 50 CE	50	0,075-0,1	óleo mineral	Inib. da
	Truco 18 CE	18	0,027-0,063	a 5% v/v	ACCCase
	Truco 108 CE	108	0,0324-0,081		
sethoxydim	Poast	184	0,23	Assist a 1,5 L ha ⁻¹	Inib. da ACCCase

*Não necessita adicionar óleo mineral.
Fonte: EMBRAPA (2001), Leite et al. (1998) e UFSM (2001)

4. SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

A principal característica do sistema de semeadura direta é o não-revolvimento do solo. Em consequência, os resíduos das culturas anteriores e das infestantes ficam sobre o terreno, formando o que se designa por cobertura morta. Eliminam-se, assim, os cultivos mecânicos que se efetuam durante o seu desenvolvimento da cultura e as operações de aração e gradagem que, no preparo convencional, são realizadas antes da semeadura.

A ação conjunta do não-revolvimento do solo e da cobertura morta, em condições de bom controle de plantas daninhas, pode favorecer uma menor densidade de infestação nos campos submetidos ao sistema de semeadura direta, quando comparados ao convencional, como foi observado por Almeida (1985) em ensaios conduzidos em duas localidades do Paraná (Tabela 5).

A germinação é um processo-chave na organização e dinâmica das espécies, sendo muito sensível à cobertura do solo. Resíduos vegetais na superfície do solo alteram a umidade, luminosidade e temperatura do solo, principais elementos no controle da dormência e germinação de sementes. A cobertura também pode prejudicar as plântulas em desenvolvimento, pela barreira física, causando o estiolamento e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos. Pode atuar, ainda, por efeitos químicos, como alterações na relação C/N e alelopatia. Finalmente, pode favorecer o desenvolvimento de insetos e fungos, muitos dos quais são predadores e hospedeiros de sementes e parte aérea das plantas daninhas.

Dessa forma, o sistema de semeadura direta trouxe alterações na dinâmica e nas espécies de plantas daninhas infestantes, quando comparado com o sistema de preparo convencional. Nesse sistema, as plantas daninhas anuais tendem a diminuir e as perenes, aumentar, ocorrendo ainda um in-

crecimento de infestantes gramíneas em relação às plantas daninhas de folhas largas e o surgimento de plantas de difícil controle.

TABELA 5 – Número de plantas daninhas por m², média de três anos em sistema de semeadura direta e convencional, na sucessão soja-trigo e milho-trigo, determinado após a colheita do trigo.

Sistema de semeadura	Londrina		Carambeí	
	Soja	Milho	Soja	Milho
Convencional	49	73	45	81
Direta	33	47	17	9

Fonte: Almeida (1985)

4.1. DIFERENÇAS NO CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS ENTRE OS SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL

Para a análise das diferenças entre o sistema de semeadura direta e o sistema convencional, consideram-se duas fases distintas: antes da semeadura e durante o desenvolvimento da cultura (Skóra Neto, 1993).

No sistema convencional, o controle das plantas daninhas antes da semeadura de uma cultura é efetuado por operações mecânicas (aração e gradagens), ao passo que, na semeadura direta, pelo não-revolvimento do solo, as plantas daninhas presentes são eliminadas por meio dos herbicidas dessecantes (Skóra Neto, 1993).

Na Tabela 6 verifica-se que os custos das operações agrícolas de preparo da área e de herbicidas, para a semeadura, foi inferior em US\$2,86, no sistema de semeadura direta em relação ao convencional, para a cultura da soja (Melo Filho & Mendes, 1999).

Tabela 6. Custo de operações agrícolas de preparo do solo e de herbicidas para a semeadura da cultura soja nos sistemas de semeadura direta e convencional.

	Semeadura Direta	Convencional
Antes da semeadura		
	Herbicidas (US\$ ha ⁻¹)	
Herbicida 1	12,15	-
Operações agrícolas (US\$ ha ⁻¹)		
Aplicação de herbicida	2,93	Gradagem aradora 12,16
		Gradagem niveladora 5,78
Subtotal(A)	15,08	17,94
Depois da semeadura		
	Herbicidas (US\$ ha ⁻¹)	
Herbicida 2	5,50	Herbicida 1 8,85
Herbicida 3	15,68	Herbicida 2 23,52
Herbicida 4	16,54	

Operações agrícolas (US\$ ha ⁻¹)	
... Continuação	
Aplicação de herbicida	2,93
Aplicação de herbicida – PSI	2,93
Incorporação de herbicida PSI	5,78
Aplicação se herbicida – PÓS	2,93
Subtotal(A)	40,65
Total	55,73

Fonte: Melo Filho & Mendes (1999)

A dessecação eficiente das invasoras estabelecida na fase de pré-semeadura da cultura representa o principal fator de sucesso do sistema, e embora normalmente haja necessidade de maior uso de herbicidas para o preparo da área para a semeadura direta, isso, na maioria das vezes, não corresponde a um maior custo.

No sistema convencional, é possível o uso de herbicidas em pré-semeadura incorporado; entretanto, em semeadura direta, pela característica do sistema, isso não é possível. Nas culturas de soja e feijão, o custo de herbicidas gramínicos incorporados é em torno da metade dos pós-emergentes. Entretanto, o custo do controle de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura da soja em semeadura direta é US\$3,36 inferior ao sistema convencional, conforme Melo Filho & Mendes (1999) (Tabela 6).

As despesas com herbicidas são maiores no sistema de semeadura direta do que no convencional; entretanto, as despesas com as operações agrícolas são substancialmente maiores no sistema convencional.

Quando ocorre redução na dependência de herbicidas no sistema de semeadura direta, conseqüentemente há um menor custo no controle de plantas daninhas em relação ao convencional. Para isso, é necessário conhecer alguns princípios do comportamento das plantas cultivadas em relação às plantas daninhas e alguns aspectos de dinâmica populacional em semeadura direta.

4.2. COBERTURA DO SOLO NO SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Várias pesquisas têm sido realizadas visando ao manejo dos resíduos culturais no controle de plantas daninhas. No Brasil, foi demonstrada a eficácia da palha proporcionada por várias culturas, tendo sido detectada, inclusive, uma relação de seletividade na interação palha-planta daninha (Durigan & Almeida, 1993).

A cobertura do solo assume um importante papel no manejo integrado das plantas daninhas, permitindo em alguns casos minimizar o uso de herbicidas com redução de doses, como constatado por Correia (2002) na palha de sorgo híbrido Ambar que, aos 10 dias após a aplicação do herbicida, não apresentou diferença significativa entre as doses 15 e 30 g ha⁻¹ de imazamox no controle das plantas daninhas, com 88,75% e 91,25% de controle, respectivamente.

A esse mesmo respeito, Kliever et al. (1998) estudaram a viabilidade da redução do uso de herbicidas e custos no controle de plantas daninhas nas culturas de trigo e soja no sistema de semeadura direta, com o emprego de adubos verdes de curto período. Os autores compararam as seqüências soja/trigo/soja e milho/trigo/soja. Na primeira, após a colheita da soja, a área ficou em pousio até a semeadura do trigo. Na segunda, imediatamente após a colheita do milho, semearam-se numa área girassol (*Helianthus annuus* L.) e em outra crotalária (*Crotalaria juncea* L.). Os autores verificaram que

houve na seqüência soja/trigo/soja 62 dias de pousio entre a colheita da soja e o plantio do trigo, sendo necessária a realização de cinco pulverizações com herbicidas (duas no trigo e três na soja) para o controle das plantas daninhas, com um custo de 107,66 US\$ ha⁻¹.

Quanto à seqüência milho/trigo/soja, o girassol desenvolveu uma altura média de 1,70 m manejado aos 57 dias depois da semeadura, produzindo 5,50 t ha⁻¹ de matéria seca. A crotalária, manejada aos 52 dias, desenvolveu uma altura de 1,50 m, com 6,0 t ha⁻¹ de matéria seca.

O rápido crescimento e a cobertura ofertada por esses adubos verdes reduziram a população das plantas daninhas, observando-se poucas invasoras que conseguiram desenvolver nos adubos verdes. Em condições de sombreamento, apresentaram-se bastante estioladas pela falta de luz e foram eliminadas por completo após o manejo do adubo verde com rolo-faca, que as expuseram bruscamente aos raios solares, secando-as rapidamente.

Essa tecnologia possibilitou a semeadura do trigo sem dessecação química, não sendo também aplicados pós-emergentes nessa cultura. A soja, como o trigo, não necessitou da aplicação de herbicidas, evidenciando, assim, a possibilidade de reduzir o uso de herbicidas em sistema de semeadura direta. Os custos por hectare para a implantação do girassol e da crotalária foram de 37,39 US\$ ha⁻¹ e 36,62 US\$ ha⁻¹, respectivamente.

No trabalho realizado por Pereira (1990), esse autor verificou que entre dezessete tipos de cobertura morta, o milheto, o sorgo, o milho e a *Crotalaria juncea* foram as mais eficazes na redução da biomassa verde das plantas daninhas na cultura da soja em sucessão, com redução média de 70% na mesma.

Por sua vez, Pasqualetto (1999) observou maior acúmulo de matéria seca das plantas daninhas dicotiledôneas nas parcelas de soja semeada sobre

os resíduos culturais de milho e aveia. O cultivo do sorgo, que antecedeu a soja, foi benéfico, estabelecendo um melhor controle nesse grupo de plantas. Nas plantas daninhas monocotiledôneas, os resíduos de aveia, milho e soja proporcionaram maior matéria seca, sendo a palha de sorgo a mais eficaz no controle. Quanto ao rendimento de grãos por hectare, houve menor produção nas plantas de soja sobre a palha de milho (Tabela 7).

Segundo Vidal et al. (1998), houve uma redução mais intensa na infestação de *Brachiaria plantaginea* com o incremento de palha de aveia-preta até 6 t ha⁻¹, ficando estável a partir dessa quantidade. Quanto à espécie *Setaria faberi* Herrm., os autores observaram uma redução uniforme na sua infestação até 9 t ha⁻¹ de palha de trigo.

Vidal e colaboradores verificaram também que o rendimento máximo de soja foi obtido nos tratamentos com controle químico de gramíneas, e as quantidades de palha não afetaram o rendimento da cultura. No entanto, quando o controle de gramíneas dependeu apenas da cobertura do solo com os resíduos vegetais, observou-se aumento no rendimento de soja com o incremento da palha.

5. PLANTAS DANINHAS RESISTENTES A HERBICIDAS

5.1 DISTRIBUIÇÃO DA RESISTÊNCIA

Os primeiros casos de resistência aos herbicidas ocorreram nos EUA e Canadá em 1957 nas espécies *Commelina difusa* Burn. e *Daucus carota* L. em relação ao produto 2,4-D (Heap, 1997). O número de casos de resistência foi baixo até o final da década de 70; no período de 1970 a 1977 manteve-se estável, sendo na maioria dos casos de resistência às triazinas. A partir

de meados da década de 80, ocorreu uma diminuição do número de novos casos de resistência às triazinas, dinitroanilinas, bipiridilos e amidas, e aumentou a resistência aos inibidores da ALS e da ACCase (Powles, 1997).

Tabela 7. Matéria seca da parte aérea das principais plantas daninhas dicotiledôneas e monocotiledôneas, aos 30 dias após a semeadura da soja em sucessão de culturas, no sistema de semeadura direta. Rio Verde, GO, 1997.

Resíduos culturais	Matéria seca (g cm ⁻²)		Rendimento de grãos de soja (kg ha ⁻¹)
	Dicotiledôneas	Monocotiledôneas	
milho	3,90 c	44,93 bc	2811,16 ab
soja	4,99 bc	105,07 ab	2946,33 a
girassol	5,41 bc	41,08 bc	2713,75 ab
milheto	29,03 a	128,57 ab	2423,04 b
sorgo	3,29 c	25,78 c	2857,40 ab
aveia	13,30 ab	177,48 a	2693,88 ab
nabo	8,39 bc	43,09 bc	2618,34 ab

Fonte: Pasqualetto (1999)

Os herbicidas inibidores da Protox constituem o grupo em que está ocorrendo um grande desenvolvimento de novos herbicidas, demonstrando uma alteração na tendência que existia com relação à disponibilidade de novos produtos.

Atualmente, são conhecidos 258 biótipos resistentes a herbicidas pertencentes a 156 espécies de plantas daninhas, distribuídos em 55 países. No Brasil, há sete espécies com resistência comprovada a herbicidas (Tabela 8) (Weedscience, 2002).

Há a necessidade de um levantamento criterioso dos locais de ocorrência e das espécies envolvidas na resistência aos herbicidas. Dessa forma, será possível a definição de estratégias de prevenção ao aumento desse problema e também a determinação dos melhores métodos de controle onde a resistência já estiver presente (Merotto Júnior et al., 1998).

Tabela 8. Plantas daninhas resistentes a herbicidas identificadas no Brasil e provável mecanismo de resistência.

Espécie	Mecanismo de resistência	1º registro
<i>Bidens pilosa</i>	ALS insensível	1993
<i>Bidens subalternans</i>	ALS insensível	1996
<i>Brachiaria plantaginea</i>	ACCcase insensível	1997
<i>Euphorbia heterophylla</i>	ALS insensível	1992

<i>Sagittaria montividentis</i>	ALS insensível	1999
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Insensível a auxinas sintéticas	1999
<i>Echinochloa cruspavonis</i>	Insensível a auxinas sintéticas	1999

Fonte: Weedsience (2002)

A esse respeito, a Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas constituiu, em 1996, um grupo formal de estudos e trabalhos sobre resistência de plantas daninhas a herbicidas, denominado Comitê Brasileiro de Resistência de Plantas aos Herbicidas (CBRPH). Dentro desse grupo, foram criados quatro subgrupos: identificação de resistência aos herbicidas, manejo da resistência, nomenclatura e divulgação. Foi formado também um grupo ligado ao grupo internacional Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), com a denominação Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR) (Plantas daninhas, 2002).

5.2 ANÁLISE DO RISCO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Com o incremento da utilização do sistema de semeadura direta, a participação dos herbicidas não seletivos (totais ou dessecantes) na operação de manejo da vegetação em pré-semeadura é muito importante. Na cultura da soja, para essa operação, dispõe-se de quatro mecanismos de ação (Tabela 9), demonstrando, assim, que há possibilidade de utilização contínua de misturas para a dessecação, pois, apesar de eficientes, a sua repetibilidade constitui-se em risco para o surgimento de plantas daninhas resistentes (Heap, 1997). Dos mecanismos de ação disponíveis para essa operação, os ini-

bidores do fotossistema I representam o quarto grupo com maior número de plantas daninhas resistentes, possuindo no mundo 21 casos (Weedscience, 2002). Dessa forma, esse mecanismo representa risco potencial de surgimento de resistência.

Considerando-se os herbicidas aplicados seletivamente, há três mecanismos para aplicação em pré-semeadura incorporado. Entretanto, a utilização da semeadura direta impossibilita a utilização desses produtos para o controle de plantas daninhas e o manejo da resistência.

Há um número satisfatório de mecanismos diferentes para aplicação em pré-emergência, demonstrando que o planejamento correto de herbicidas a serem utilizados permite a rotação de diferentes mecanismos de ação.

Tabela 9. Classificação dos herbicidas recomendados para a cultura da soja segundo os mecanismos de ação.

Época de aplicação	Espectro de controle de plantas daninhas		Total ¹
	Gramíneas	Latifoliadas	
Não seletivos (dessecação)	Inib. EPSPs	Inib. EPSPs	4
	Inib. fotossistema I	Inib. fotossistema I	
	Inib. fotossistema II	Inib. fotossistema II	
		Auxinas sintéticas	
PPI	Inib. mitose	Inib. ALS	3
		Inib. fotossistema II	
PRÉ	Inib. ALS	Inib. ALS	6
	Inib. carotenóides	Inib. carotenóides	
	Inib. crescimento	Inib. fotossistema II	
	Inib. Protox	Inib. Protox	

Inib. mitose			
PÓS	Inib. ACCase	Inib. ALS	4
		Inib. fotossíntese	
		Inib. Protox	

[†]Representa o número de mecanismos de ação para cada situação.

Fonte: Merotto Júnior et al. (1998)

O grande problema de resistência na cultura da soja ocorre para os herbicidas a serem aplicados em pós-emergência. Para essa forma de aplicação, dispõe-se de apenas um mecanismo de ação, inibidor da ACCase, com largo espectro e alta eficácia para o controle de gramíneas.

O controle de plantas dicotiledôneas em pós-emergência pode ser realizada mediante três mecanismos de ação. No entanto, a resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS é a que mais tem crescido no mundo, sendo responsável por 28% do número total de casos (Weedscience, 2002). Assim, deve-se adotar estratégias alternativas com esses produtos, utilizando-os em rotação ou em mistura com outros mecanismos de ação.

A utilização de cultivares resistentes aos herbicidas possui interação com o surgimento de plantas daninhas resistentes. No caso da soja, as cultivares resistentes ao glifosate possuem grande potencial de utilização.

Segundo Powles et al. (1997), desconhecem-se os reflexos dos herbicidas totais aplicados em culturas resistentes aos herbicidas com relação aos efeitos sobre o surgimento de plantas daninhas resistentes. Esses autores observaram que se o herbicida total for utilizado na mesma intensidade daquela que ocorre com os herbicidas inibidores da ALS ou da ACCase na cultura da soja, poderá haver o surgimento de plantas daninhas resistentes a estes herbicidas.

Dessa forma, o uso contínuo de um herbicida conjugado a uma cultura resistente a esse herbicida constitui uma situação de risco ao surgimento de plantas daninhas resistentes. Sendo assim, mesmos nas culturas resistentes aos herbicidas, e talvez principalmente nessas, o manejo integrado deve ser uma prática obrigatória, em que o uso de métodos culturais e físicos e também de outros herbicidas devam atuar no controle de plantas daninhas e na prevenção à resistência a herbicidas.

6. O SISTEMA SOJA ROUNDUP READY

O sistema soja Roundup Ready, desenvolvido pela empresa Monsanto, oferece o controle de plantas daninhas na cultura da soja, com base na utilização conjunta de cultivares de soja transgênicas e do herbicida Roundup Ready que contém o ingrediente ativo glifosate.

A soja tolerante ao herbicida glifosate foi obtida pela introdução no genoma da planta do gene que codifica a enzima 5-enolpiruvatoshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), isolado da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* estirpe CP4. A soja geneticamente modificada é capaz de metabolizar o glifosate, tornando-se imune aos efeitos destrutivos e letais desse herbicida (Farrapo, 2002).

Assim, com a liberação da soja Roundup Ready, o volume de vendas do glifosate ficará próximo aos 200 milhões de litros, repetindo o mesmo fenômeno ocorrido nos Estados Unidos e na Argentina. Esse enorme volume adicional, no entanto, poderá ficar restrito apenas a Monsanto e suas concessionárias (AENDA, 2002).

Uma vez que, pelas regras em vigor de registro de produtos, somente a empresa que apresentar testes de eficácia (contra as plantas daninhas) em aplicação de pós-emergência na soja, além da demonstração que a cultura não apresentou sintomas fitotóxicos com dano econômico, é que está autori-

zada a colocar nos rótulos e bulas que o seu produto comercial contendo o ingrediente ativo glifosate pode também ser aplicado contra as plantas daninhas em pós-emergência na lavoura de soja transgênica. Somente a Monsanto e empresas a ela associadas podem realizar tais experimentos, visto que a semente de soja transgênica é de propriedade daquela companhia e, conseqüentemente, a empresa será detentora não apenas da venda das sementes, mas também do herbicida (AENDA, 2002).

Segundo a Monsanto, o sistema soja Roundup Ready apresenta como vantagens a flexibilidade, pois permite a aplicação independente do estágio das plantas daninhas e da cultura; a certeza de resultados, uma vez que controla as plantas daninhas mais difíceis; e a simplicidade, em virtude da realização de apenas uma aplicação, de uma única dose e sem necessidade de misturas (Monsanto, 2001); porém, em alguns casos, serão necessárias duas aplicações, ou a realização de misturas em tanque, visto que algumas plantas daninhas, como a *Commelina benghalensis* e a *Spermacoce latifolia*, são tolerantes ao glifosate. Quanto ao rendimento de grãos, há muita especulação a respeito; no entanto, com base em informações da Monsanto, as cultivares de soja geneticamente modificadas apresentam produtividade igual ou superior às cultivares tradicionais (Monsanto, 2001).

Conforme o parecer da comissão Técnica Nacional sobre Biossegurança (CTNBio), não se espera que a soja Roundup Ready vá tornar-se uma planta daninha pela introdução da tolerância ao herbicida, visto que na natureza essa característica não conferirá nenhuma vantagem seletiva em relação à soja não modificada. A CTNBio alegou ainda que, no caso da soja, a inexistência de parentes silvestres no Brasil elimina o problema da transferência da tolerância ao herbicida para parentes silvestres, possibilitando a formação de híbridos, tanto no ambiente agrícola como no meio ambiente. E quanto à segu-

rança alimentar, a CTNBio considerou que a soja geneticamente modificada é substancialmente equivalente à soja não modificada (Farrapo, 2002).

Com isso, diante do pedido da Monsanto do Brasil para liberação da soja Roundup Ready, o parecer da CTNBio considerou esse organismo geneticamente modificado seguro, emitindo um parecer técnico conclusivo que foi publicado no Diário Oficial da União (nº 188 de 1º de outubro de 1998).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENDA. **Soja e glifosato transgênicos**. 2002. Disponível em: <http://www.aenda.org.br/aneews037.htm>. Acesso em: 04 abr. 2002.

ALMEIDA, F. S. de. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 103-144.

BRAZ, B. A. **Efeitos de reduções de distâncias entrelinhas e de dosagens de latifolicidas no controle de plantas daninhas na cultura de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. 1996. 143 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - FCAV/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BRIZUELA, S. F. B. **Efeito de variedades, espaçamentos e doses de herbicidas nas relações de interferência entre a cultura da soja e a comunidade infestante**. 1994. 112 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - FCAV/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BUZATTI, W. J. de S. Controle de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. In: PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R. **Plantio direto: atualização tecnológica**. São Paulo: Fundação Cargill/Fundação ABC, 1999. p. 97-111.

BUZATTI, W. J. de S.; SANTOS, A. C. Diclosulam (DE-564) aplicado em pré-emergência no solo com diferentes quantidades de palha de aveia na superfície no controle de plantas daninhas em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 1999. p. 419.

CHEMALE, V. M.; FLECK, N. G. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L. sob três densidades e dois períodos de ocorrência. **Planta Daninha**, Campinas, n. 5, p. 36-45, 1982.

CORREIA, N. M. **Palhadas de sorgo associadas ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento da cultura da soja em sucessão**. 2002. 59 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas: [s.n.], 1997. v. 2, 285 p.

DURIGAN, J. C. **Matocompetição e comportamento de baixas doses de herbicidas, na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1983. 163 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - ESALQ/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. de. **Noções de alelopatia**. Jaboticabal: Editora da FUNEP, 1993. 23 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil - 2001/2002/ EMBRAPA Soja**. Londrina, 2001. 267 p. (Documentos/EMBRAPA Soja, n. 167)

ENNIS, W. B. La funcion del control biologico em la lucha contra las malezas en los países en desarrollo. In: ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Mejoramento del control de malezas**. Roma: FAO, 1985. p. 125-137. (Estudio FAO produccion y proteccion vegetal, 44)

FARRAPO. **Coletânea de textos, artigos e opiniões sobre transgênicos**. 2002. Disponível em: <<http://www.farrapo.com.br/Transgenicos.html>>. Acesso em: 04 abr. 2002.

FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 25, p. 27-32, 1995.

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

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; VOLL, E.; VALL, W. C.; YORINORI, J. T.; CORREA, B. S. Biologia e manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 22., 1994, Cruz Alta, RS. **Resumos...** Cruz Alta: [s.n.], 1994. p. 81

GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da soja. In: CARVALHO, J. A.; CORREIA, N. M. (Ed.). **Manejo de plantas daninhas nas culturas da soja e do milho**. Uberlândia: UFU, 1998. p. 8-34
HEAP, I. M. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. **Pesticide Science**, London, v. 51, p. 225-234, 1997.

KARAM, D.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; CAÇÃO, L. E. F. Estudo da interferência de plantas daninhas com a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: [s.n.], 1993. p. 32-33

KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; ARCHANGELO, E. R. Efeito de densidades de plantas daninhas na cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 22., 1994, Cruz Alta, RS. **Resumos...** Cruz Alta: [s.n.], 1994. p. 80

KLIEWER, I.; CASACCIA, J.; VALLEJOS, F. Viabilidade da redução do uso de herbicidas e custos no controle de plantas daninhas nas culturas de trigo e soja no sistema de plantio, através do emprego de adubos verdes de curto período. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p. 120-123.

KNAKE, E. L. Weed control for soybean in the nineties. In: COPPING, L. G., GREEN, N. B., REES, R. T. (Ed.). **Pest managment in soybean**. London:SCI, 1992. p. 360-367.

LEITE, C. R.; ALMEIDA, J. C. V. de; PRETE, C. E. C. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agronômicos dos herbicidas inibidores da enzima ALS (AHS)**. Londrina: [s.n.], 1998. 68 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 339 p.

MAROCHI, A. I. **Eficiência de flumetsulam aplicado em mistura com glyphosate no controle de infestantes na cultura da soja, em sistema de plantio direto**. [S.l.: s.n.], 1994. Laudo Dow Elanco.

MAROCHI, A. I.; MIERLO, C. V.; GALLO, P. Eficiência de flumetsulam aplicado sob diferentes quantidades de palha, em sistema de plantio direto, no controle de dicotiledônea na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20., 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p. 76-78.

MELHORANÇA, A. L. **Interferência entre plantas de *Desmodium tortuosum* (Sw) DC. e de *Glycine max* (L.) Merrill**. 1994. 94 p. Tese (Doutorado em Agricultura) - FCA/Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MELLO FILHO, G. A. de; MENDES, D. S. **Estimativa de custo de produção de soja, nos sistemas plantio direto e convencional, safra 1999/2000**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 1999. p. 1-3. (Comunicado técnico, n. 2)

MEROTTO JÚNIOR, A.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Plantas daninhas resistentes aos herbicidas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p. 91-107.

MONSANTO. 2001. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br>>. Acesso em: 02 maio 2001.

OLIVEIRA, M. F. de; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C. de; CRUZ, J. C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2001.

PASQUALETTO, A. **Sucessão de culturas como alternativa de produção em plantio direto no cerrado**. 1999. 135 p. Tese (Doutorado em Fitossecção) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

PLANTASDANINHAS. **Resistência**. 2002. Disponível em: <<http://www.plantasdaninhas.com.br>>. Acesso em: 04 abr. 2002.

PEREIRA, F. A. R. **Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (*Glycine max* L. Merrill) no cerra-**

do. 1990. 83 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - FCA/Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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

POWLES, S. B.; PRESTON, C.; BRYAN, I. B.; JUTSUM, A. R. Herbicide resistance: impact and management. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 58, p. 57-93, 1997.

REZENDE, A. M. de. **Eficácia e seletividade dos herbicidas imazethapyr e flumioxazin, na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1995. 105 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - FCAV/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RODRIGUES, B. N. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. **Planta Daninha**, Campinas, v. 11, n. 1/2, p. 21-28, 1993.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas – contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. 4. ed. Londrina: IAPAR, 1998. 648 p.

RODRIGUES, B. N.; LIMA, J. de; YADA, I. F. U.; FORNAROLLI, D. A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida trifluralin. **Planta Daninha**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 163-173, 1998.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP/Basf, 1995. 134 p.

SKÓRA NETO, F. Controle de plantas daninhas em plantio direto nas pequenas propriedades. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993. 428p.

UFSM. 2001. Disponível em: <<http://www.ufsm.com.br/dfs/reunisoja/recomen.htm>>. Acesso em: 02 maio 2001.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G.; FLECK, N. G.; BAUMAN, T. T. Palha no sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 373-377, 1998.

WEEDSCIENCE. **Herbicide resistant weeds summary table**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/summary/MOASummary.asp>>. Acesso em 04 abr. 2001.

INDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA.....	6
3. MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA.....	9
3.1 MANEJO PREVENTIVO.....	9
3.1.1 SEMENTES PURAS	9
3.1.2 MANEJO NA ENTRESSAFRA	9
3.1.3 ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS	12
3.2 MANEJO CULTURAL	14
3.2.1 ESCOLHA DE CULTIVARES	14
3.2.2 MANEJO POPULACIONAL	14
3.2.3 PRÁTICAS FITOTÉCNICAS	15
3.3 MANEJO MECANIZADO	15
3.4 MANEJO BIOLÓGICO.....	16
3.5 MANEJO QUÍMICO	17
3.5.1 APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PSI.....	17
3.5.2 APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PRÉ	18
3.5.3 APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PÓS	27

4. SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA	33
4.1. DIFERENÇAS NO CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS ENTRE OS SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL.....	34
4.2. COBERTURA DO SOLO NO SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA.....	38
5. PLANTAS DANINHAS RESISTENTES A HERBICIDAS	40
5.1 DISTRIBUIÇÃO DA RESISTÊNCIA	40
5.2 ANÁLISE DO RISCO DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA.....	43
6. O SISTEMA SOJA ROUNDUP READY	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
