



MILHO TRANSGENICO E MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM MILHO

Décio Karam¹, Dionísio Luís Pisa Gazziero², Leandro Vargas³,
Alexandre Ferreira da Silva⁴

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas últimas décadas estimulou a geração e a adoção de tecnologias que visam o aumento da produtividade agrícola dentre as quais podem ser citadas os fertilizantes, a mecanização, o conhecimento dos princípios da genética e o uso de defensivos agrícolas. Dos fatores limitantes ao rendimento e produtividade agrícola a ocorrência de plantas daninhas é uma das mais importantes. Estas plantas, devido aos seus efeitos diretos na cultura principal, como o alto grau de interferência (ação conjunta da competição e da alelopatia) e aos efeitos indiretos como o aumento do custo de produção, dificuldade de colheita, depreciação da qualidade do produto além de hospedar pragas e doenças destacam-se por causar uma perda mundial estimadas em 2009, através de relatórios feitos pela Land Care of New Zealand, na ordem de 95 bilhões de dólares (FAO, 2009). Mundialmente as estimativas de 2001 apontam que os gastos com herbicidas estavam aproximadamente em 19 bilhões de dólares. Apesar do desenvolvimento observado no manejo de plantas daninhas, nos últimos 50 anos, as plantas infestantes ainda continuam sendo um dos grandes problemas na produção agrícola mundial.

O espectro de espécies infestantes ocorrentes em cultura anuais como o milho (Tabela 01), compreende tanto plantas monocotiledôneas como *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria ssp.*, e *Eleusine indica*, quanto dicotiledôneas: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus ssp.*, *Cardiospermum halicacabum*, *Bidens ssp.*, *Commelina benghalensis*, *Conyza spp.*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomea*

¹ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, decio.karam@embrapa.br;

² Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná, dionisio.gazziero@embrapa.br;

³ Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, leandro.vargas@embrapa.br;

⁴ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sinope, Mato Grosso, alexandre.ferreira@embrapa.br



ssp., *Raphanus raphanistrum*, *Richardia brasiliensis*, *Sida ssp.*, *Spermacoce latifolia*, dentre outras variando o grau de infestação segundo período de convivência, prática cultural, espaçamento, manejo de controle e ainda peculiaridades da comunidade infestante, como a distribuição, densidade e composição específica. A infestação destas espécies dá-se muitas vezes por arranjos mal-sucedidos entre seleção do produto, práticas culturais e programa de manejo, que relacionam tempo correto de aplicação e estágio oportuno da cultura, mão-de-obra apta, conformidade, calibração e operação de equipamentos. A presença de espécies daninhas desde o início do ciclo de desenvolvimento do milho pode acarretar perdas severas de produtividade, principalmente se o controle destas plantas for realizado em período inadequado e/ou for ineficaz.

Tabela 01 - Principais plantas daninhas presentes na cultura do milho

Espécie	Familia
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Asteraceae
<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae
<i>Amaranthus spp</i>	Amaranthaceae
<i>Avena spp</i>	Poaceae
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
<i>Brachiaria decumbens</i>	Poaceae
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae
<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae
<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae
<i>Conyza spp</i>	Asteraceae
<i>Digitaria ciliares</i>	Poaceae
<i>Digitaria horizontalis</i>	Poaceae
<i>Digitaria insularis</i>	Poaceae
<i>Eleusine indica</i>	Poaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae
<i>Ipomoea spp</i>	Convolvulaceae
<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae
<i>Panicum maximum</i>	Poaceae
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Asteraceae
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicaceae
<i>Richardia brasiliensis</i>	Rubiaceae
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae
<i>Sida occidentalis</i>	Malvaceae
<i>Spermacoce latifolia</i>	Rubiaceae



2. OBJETIVOS DO MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS

Os objetivos do manejo integrado de plantas daninhas são: (i) - eliminar as plantas daninhas durante o período crítico de competição; (ii) - dar condições para que a colheita tenha a máxima eficiência; (iii) - evitar o aumento da infestação das plantas daninhas; e (iv) - proteger o ambiente.

3. SELEÇÃO DO PROGRAMA E MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O planejamento de um programa que associe técnicas preventivas da dispersão de plantas daninhas ou que objetivem a redução da infestação dessas espécies é essencial para assegurar eficiência do método de manejo. A avaliação prévia dos possíveis programas deve ponderar a adoção de práticas como seleção do sistema de cultivo e espaçamento a ser utilizado, a dessecação antes da semeadura e uso de cobertura morta e, adiante, ao passo que se inicia execução do plano, a aplicação de herbicidas em pré ou pós-emergência. A viabilidade econômica, a aquisição de produtos e equipamentos e eficácia do método de controle devem ser avaliadas, com a finalidade de se conseguir uma relação custo-benefício favorável. O produtor não deve esquecer-se de verificar a (i) flexibilidade de uso do método selecionado que no caso da seleção de um herbicida, a época de aplicação (em pré ou pós-emergência), disponibilidade de equipamentos adequados bem como domínio da operação, (ii) efetividade e (iii) consistência do método de controle.

4. MÉTODOS DE CONTROLE EM USO

Dos métodos de controle de plantas daninhas, o preventivo, que objetiva evitar o estabelecimento e propagação de novas espécies daninhas, tem sido utilizado por poucos produtores. Práticas preventivas como a limpeza das máquinas e implemento, o uso de sementes não contaminadas e a eliminação de espécies daninhas antes da



produção de sementes evitam a disseminação destas espécies e conseqüentemente a incidência destas na safra subsequente.

O método cultural que consiste na utilização das características da cultura e do meio ambiente para aumentar a competitividade da cultura, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas, vem sendo utilizado de forma não consciente para o manejo de plantas daninhas. Este método engloba técnicas tais como: (i) uso de variedades adaptadas às regiões; (ii) densidade de plantio; (iii) espaçamento entre plantas; (iv) época de plantio; (v) uso de cobertura do solo e; (vi) rotação de culturas.

O controle mecânico seja capina manual ou mecanizada através de cultivadores tracionados por animais ou tratores, roçadeiras, ou picadores ainda é utilizado em sistemas de cultivo de subsistência ou não comercial. Este método de controle deve ser utilizado evitando solos úmidos, preferencialmente em dias quentes e secos e nas primeiras semanas da emergência da cultura. Nesta situação os danos ocasionados à cultura são minimizados, quando comparados com os possíveis danos (quebra e arranquio de plantas) decorrentes de capinas realizadas tardiamente.

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas, o método químico é atualmente o mais utilizado, estimando-se que os herbicidas estejam sendo utilizados em mais de 70% da área cultivada com milho no Brasil. A alta taxa de utilização deste método tem evidenciado problemas que os agricultores tem enfrentado com a aplicação dos herbicidas, dentre eles os problemas relacionados a aplicação, ao meio ambiente, a saúde humana e o surgimento de plantas resistentes

O controle químico deve ser realizado através do uso de produtos herbicidas devidamente registrados junto aos órgãos responsáveis (Tabela 02) e aplicados nas doses corretas. O conhecimento da seletividade e da eficácia no controle, da composição das plantas daninhas presentes e das características ambientais na área a ser tratada, bem como das características físico-químicas dos produtos devem ser considerados para a seleção de um herbicida.

A adaptabilidade e capacidade de proliferação, longevidade e dormência das sementes das espécies daninhas, frequência de utilização de herbicidas com mesmo mecanismo de ação, bem como a eficácia do herbicida e os métodos adicionais



empregados no controle das plantas daninhas, tem contribuído para o aparecimento (seleção) de plantas daninhas resistentes ou tolerantes.

Como alternativa para o manejo de plantas daninhas, o agricultor tem utilizado de forma contínua a mistura de produtos herbicidas na cultura do milho. Em quase sua totalidade as misturas dos herbicidas baseia-se em mistura com atrazine, uma vez que este produto apresenta boa eficiência sobre várias espécies infestantes na lavoura, além do que, a mistura tem levado a uma economia no manejo destas plantas.

A eficiência de aplicação de qualquer herbicida depende da uniformidade e da correta aplicação. Problemas na ineficiência do controle das plantas daninhas, na maioria dos casos, estão relacionados à tecnologia de aplicação e as condições climáticas no momento da aplicação. Problemas comuns nas aplicações ocorrem devido à deficiência na calibragem do pulverizador e na realização de mistura de produtos.

Tabela 02 – Ingredientes ativos registrados, no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil, para uso no manejo de plantas daninhas na cultura do milho.

PRINCÍPIO ATIVO	APLICAÇÃO	MODO DE AÇÃO
<i>acetolachlor</i>	<i>PRÉ</i>	<i>DV parte aérea</i>
<i>alachlor</i>	<i>PRÉ</i>	<i>DV parte aérea</i>
<i>alachlor + atrazine</i>	<i>PRÉ e PÓS</i>	<i>DV parte aérea / FOTO II</i>
<i>ametryn</i>	<i>PÓS</i>	<i>FOTO II</i>
<i>amicarbazone</i>	<i>PRÉ e PÓS</i>	<i>FOTO II</i>
<i>ammonium glufosinate</i>	<i>PÓS</i>	<i>GLU</i>
<i>atrazine</i>	<i>PRÉ</i>	<i>FOTO II</i>
<i>atrazine + isoxaflutole</i>	<i>PRÉ</i>	<i>FOTO II / CAR</i>
<i>atrazine + nicosulfuron</i>	<i>PÓS</i>	<i>FOTO II / ALS</i>
<i>atrazine + óleo vegetal</i>	<i>PÓS</i>	<i>FOTO II</i>
<i>atrazine + s-metolachlor</i>	<i>PRÉ e PÓS</i>	<i>FOTO II / DV parte aérea</i>
<i>atrazine + simazine</i>	<i>PRÉ e PÓS</i>	<i>FOTO II</i>
<i>bentazon</i>	<i>PÓS</i>	<i>FOTO II</i>
<i>carfentrazone-ethyl</i>	<i>PÓS</i>	<i>PRO</i>
<i>cyanazine</i>	<i>PRÉ</i>	<i>FOTO II</i>
<i>2,4-D</i>	<i>PRÉ e PÓS</i>	<i>AUX</i>
<i>2,4-D-dimetilamina</i>	<i>PRÉ e PÓS</i>	<i>AUX</i>
<i>dimethenamid</i>	<i>PRÉ</i>	<i>DV parte aérea</i>
<i>foramsulfuron+iodosulfuron methyl</i>	<i>PÓS</i>	<i>ALS</i>
<i>glyphosate isopropylamine salt</i>	<i>PÓS</i>	<i>EPSPs</i>
<i>glyphosate Potassium salt</i>	<i>PÓS</i>	<i>EPSPs</i>
<i>imazapic + imazapyr</i>	<i>PÓS</i>	<i>ALS</i>
<i>isoxaflutol</i>	<i>PRÉ</i>	<i>CAR</i>
<i>linuron</i>	<i>PRÉ</i>	<i>FOTO II</i>



PRINCÍPIO ATIVO	APLICAÇÃO	MODO DE AÇÃO
<i>mesotrione</i>	PÓS	CAR
<i>nicosulfuron</i>	PÓS	ALS
<i>s-metolachlor</i>	PRÉ	DV parte aérea
<i>paraquat dichloride</i>	PÓS	FOTO I
<i>paraquat dichloride + diurom</i>		FOTO I / FOTO II
<i>pendimethalin</i>	PRÉ	DV raiz
<i>simazine</i>	PRÉ	FOTO II
<i>simazine + cyanazine</i>	PRÉ e PÓS	FOTO II
<i>sulfosate</i>	PÓS	EPSPs
<i>tembotrione</i>	PÓS	CAR
<i>trifluralin</i>	PRÉ	DV raiz

ALS – Herbicidas inibidores da enzima acetolato sintase

AUX - Auxina – Herbicidas hormonais – mimetizadores da auxina

CAR - Caroteno – Herbicidas inibidores da síntese de caroteno

DV - Divisão Celular – Herbicidas inibidores da divisão celular

EPSPs – Herbicidas inibidores da enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase

FOTO - Fotossíntese – Herbicidas inibidores da fotossíntese (FSI e FSII)

GLU - Glutamina – Herbicidas inibidores da enzima glutamina sintetase

A pulverização, em plantio convencional do milho, deve ser feita com o solo limpo, destorroado, após o plantio, porém, antes da emergência da cultura e das plantas daninhas. Para uma boa eficácia é preciso que o solo esteja úmido ou que, no caso de solo seco, haja uma garantia de chuva ou irrigação nas próximas 48 horas. Caso o produto permaneça na superfície do solo sem a umidade para incorporá-lo a terra, as perdas pela forma de vapor e/ou pela decomposição através da luz acabarão por prejudicar a ação do herbicida (Figura 01). Por outro lado, terrenos mal preparados, cheios de torrões, comprometem seriamente a eficácia do herbicida. No sistema de semeadura direta, a presença de palha na superfície do solo pode afetar o comportamento de herbicidas aplicados em pré-emergência, pois estes são aplicados sobre a palha, ficando expostos à radiação solar, às altas temperaturas e à adsorção nos resíduos vegetais. Alguns herbicidas aplicados ao solo apresentam recomendações diferenciadas de dosagem em função dos teores de argila e matéria orgânica do solo. Geralmente em solos com teores de matéria orgânica superior a 3% e solos com teores de argila inferiores a 50% as dosagens recomendadas são maiores.

Os herbicidas de pós-emergência pode ser iniciada em fase inicial de crescimento das plantas (precoce), atingir a pós-emergência inicial e terminar na pós-emergência tardia (Figura 01). Na aplicação dos herbicidas, independente do modo da



aplicação, as horas quentes do dia e baixa umidade relativa do ar (abaixo de 50%) devem ser evitadas.

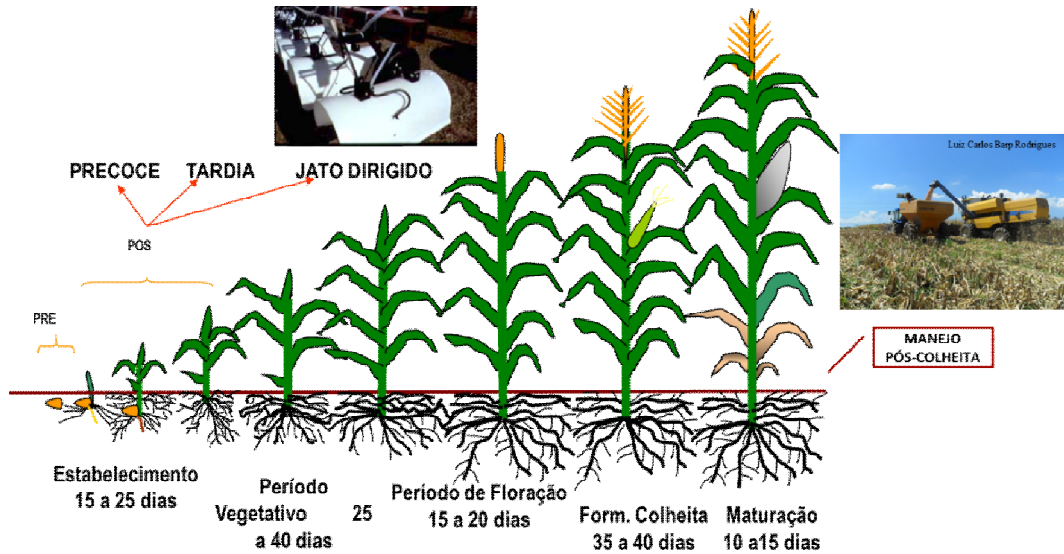


Figura 01 - Estádios de aplicação de herbicidas na cultura do milho

A aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do milho tem um caráter complementar, com o objetivo principal de melhorar as condições de colheita, ajudando o controle das chamadas plantas daninhas tardias. Esta aplicação deve ser feita de forma que o jato do pulverizador atinja somente o colmo e as folhas baixas do milho. Para que isso seja possível, as plantas de milho devem estar no estágio acima de quatro pares de folhas (pós-emergência avançada), com uma altura mínima de 40 a 50 cm.

Operações de pós-colheita com o uso de roçadeiras ou a aplicação de herbicidas para dessecação das plantas daninhas, também podem ser realizadas. Na maioria dos casos os herbicidas utilizados para o manejo pós-colheita são à base de glyphosate, 2,4D e paraquat. As aplicações na dessecação das plantas de difícil controle ou resistentes deverão usar herbicidas de ação total a base de glyphosate associado a herbicidas de modo de ação alternativos com 2,4 D ou herbicidas residuais como chlorimuron-ethyl, flumioxazin, diclosulan, cletodim e sulfentrazone dentre outros. Aplicações à base de paraquat também poderão ser utilizadas quando não houver a presença de plantas perenes principalmente as gramíneas. O uso dos herbicidas 2,4D e residuais dependem



da cultura a ser instalada. Plantas daninhas não perenizadas e em estádios de crescimento antes da floração e da produção de sementes são mais fáceis de serem controladas.

5. RESISTÊNCIA

Muito tem se falado sobre o surgimento de plantas daninhas “resistentes” aos herbicidas; entretanto, para que possamos acreditar nessa afirmação, devemos antes entender o significado de seleção de plantas daninhas com “resistência” e compará-lo com o significado de seleção de plantas daninhas com “tolerância” aos herbicidas. Para isso podemos tentar entender a “**resistência**” como sendo: a habilidade que uma planta daninha possui para sobreviver e se reproduzir, após a aplicação de um herbicida que, utilizado na dose normalmente recomendada, controlaria uma população de plantas normais desta mesma espécie; e a “**tolerância**” como sendo: a capacidade que determinadas plantas daninhas possuem para suportar as doses recomendadas do herbicida, que controlem outras espécies invasoras, sem que as plantas desta espécie sofram alterações no seu crescimento e/ou no seu desenvolvimento.

O surgimento de plantas daninhas resistentes aos herbicidas estará sempre associado às mudanças genéticas que ocorrem na população dessa invasora, em função da seleção causada pela aplicação repetida de um mesmo herbicida ou herbicidas com um mesmo mecanismo de ação. A variabilidade genética está presente nas populações infestantes e, caso um mesmo produto seja sempre utilizado nestas populações, as plantas resistentes sobreviverão e, nos anos subsequentes, aumentarão a frequência destas plantas na população, até que somente ocorram plantas resistentes na área tratada.

A resistência de plantas daninhas foi primeiramente notificada no Brasil na década de 80 com o surgimento do leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS (acetolactato sintase), conforme relatado no site internacional de monitoramento de plantas daninhas resistentes a herbicidas (<http://www.weedscience.org/in.asp>) (Tabela 3). A partir desta data, outras espécies foram descritas como resistentes, sendo que os herbicidas inibidores da enzima ALS são



os produtos que mais selecionaram plantas daninhas resistentes, tanto no Brasil quanto ao redor do mundo. Com a introdução das culturas transgênicas, resistentes ao herbicida Roundup, a pressão de seleção, imposta pelas glicinas, tende a aumentar e, conseqüentemente, causar o surgimento de populações mais resistentes a este grupo herbicidas.

São conhecidos três tipos de resistência: a resistência simples, que ocorre somente para um herbicida; a resistência cruzada, que ocorre para diversos herbicidas com um mesmo mecanismo de ação; e a resistência múltipla, que ocorre para herbicidas de diferentes mecanismos de ação. No Brasil, já foram relatados muitos casos de resistência cruzada e múltipla (Tabela 3).

Quando uma população de plantas daninhas resistentes se estabelece em determinada área, a eficiência do controle, pela utilização de herbicidas, diminui. A identificação correta das espécies daninhas presentes na área se torna de fundamental importância para a adequação do método correto para o manejo a ser utilizado. Para prevenir, ou retardar, o aparecimento de plantas resistentes aos herbicidas são recomendadas as seguintes ações: utilização de rotação de culturas; manejo adequado dos herbicidas; prevenção da disseminação de sementes, pelo uso de equipamentos limpos; limpeza dos equipamentos utilizando bombas de água, ou de ar comprimido, para a remoção das sementes das invasoras; monitoramento da evolução inicial da resistência aos produtos; e controle das plantas daninhas suspeitas de resistência, antes que estas plantas produzam sementes.

Em estudos de dinâmica populacional, tem sido estimado que os herbicidas inibidores da enzima ALS, quando utilizados repetidamente, possam originar a seleção de populações de plantas daninhas resistentes mais rapidamente do que os herbicidas com outros modos de ação; e que estas populações resistentes possam surgir dentro de cinco anos e, para os casos mais graves, em até 15 anos, período após o qual ocorre uma pressão de seleção menos agressiva. As principais fontes dessa seleção foram os herbicidas, os quais possivelmente forçaram o surgimento de populações de plantas invasoras mais resistentes.



6. RESISTÊNCIA AO GLYPHOSATE

O glyphosate é o herbicida mais utilizado no manejo de plantas daninhas. O produto é derivado de aminoácidos que inibem a enzima EPSP (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase) precursor da síntese de aminoácidos aromáticos como triptofano, fenilalanina e tirosina. Este herbicida apresenta amplo espectro de controle de plantas daninhas (anuais e perenes), custo relativamente baixo e rápida degradação no ambiente. Com o desenvolvimento de culturas geneticamente modificadas, tolerantes ao glyphosate, o consumo deste herbicida cresceu substancialmente, aumentando a pressão de seleção às plantas daninhas e ampliando a possibilidade do surgimento de plantas invasoras resistentes a este produto. Em áreas de cultivo de soja transgênica, resistente ao glyphosate, o manejo de plantas daninhas com este herbicida passou de uma a duas aplicações anuais para três a quatro aplicações ao ano. Mundialmente, o primeiro caso de resistência ao herbicida glyphosate foi relatado em 1996, com a espécie erva-febra (*Lolium rigidum*). No Brasil, os primeiros relatos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate ocorreram em 2002, nos municípios de Tapejara e Capão Bonito (RS). No Brasil, o azevém (*Lolium multiflorum*) e a buva (*Conyza bonariensis* e *C. canadensis*) são espécies já identificadas como resistentes ao herbicida glyphosate.

7. CUSTO DA RESISTENCIA DAS PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS

Os principais custos da resistência das invasoras aos produtos herbicidas relacionam-se à necessidade do uso de produtos alternativos e também às perdas de rendimento da cultura, devido à competição de plantas daninhas resistentes, que permanecem na lavoura após a aplicação. O custo com herbicidas alternativos é variável de acordo com a opção adotada pelo produtor, uma vez que existem, na maioria das vezes, mais de um produto indicado para manejo das populações resistentes. O custo do controle da resistência está atrelado ao uso de herbicidas pré-emergentes, aliado à aplicação de herbicidas pós-emergentes, na operação de dessecação das plantas



daninhas presentes nas áreas a ser cultivadas. Estes custos podem variar em função de diferentes situações.: o custo da resistência simples se situa entre R\$ 4,00 e R\$ 153,00 por hectare; e, em situações de resistência múltipla, este custo varia entre R\$ 20,00 e R\$ 213,00 por hectare. Somente no Rio Grande do sul é estimado que o custo da resistência (simples e múltipla) tenha alcançado valores da ordem de oito a 306 milhões de reais por ano, dependendo da situação, respectivamente.

8. ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM)

A liberação comercial da soja resistente ao glyphosate (soja RR), desenvolvida para a utilização deste herbicida como alternativa de controle de plantas daninhas na cultura da soja ocorreu, no Brasil, em 26 de setembro de 2003, através da Medida Provisória nº 131 que regulamentava o primeiro plantio de organismos geneticamente modificados em escala comercial. No Congresso Nacional, a MP nº. 131 não sofreu significativas mudanças, convertendo-se na lei nº. 10.184, de 15 de dezembro de 2003. A partir da safra 2005/06, foi liberado oficialmente no país o cultivo da soja Roundup Ready, soja RR, que apresenta a resistência ao herbicida glyphosate, herbicida que inibe a síntese dos aminoácidos aromáticos por atuar na enzima EPSPs (5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase). O primeiro OGM de milho liberado para comercialização no Brasil ocorreu em 2007. O milho Liberty Link que apresenta tolerância ao herbicida *ammonium glufosinate* iniciou sua comercialização na safra de 2009/2010. No Paraguai, o primeiro milho OGM foi liberado para plantio em setembro de 2012 e já na safra 2012/2013 foi semeado em 40% da área de produção desta cultura. O primeiro milho com tolerância ao herbicida glyphosate, liberado para plantio no Brasil, ocorreu em 2008. Atualmente, aproximadamente 50% da área semeada com milho no Brasil apresenta tolerância a herbicida. Com a introdução dos cultivares tolerantes aos herbicidas novos sistemas de produção estão sendo implantados e com isto os cuidados deverão ser redobrados (Figura 02) em função de haver a possibilidade de utilização de apenas um mecanismo de ação para o manejo das plantas daninhas.



Tabela 3 Espécies de plantas invasoras resistentes a herbicidas que são relatadas no site internacional de monitoramento de plantas daninhas como resistentes aos mecanismos de ação dos produtos, bem como o ano de descoberta desses mecanismos.

Número	Espécie	Descoberta	Mecanismo de ação
1	Bidens pilosa	1993	Inibidores da enzima ALS* (B/2) (?)
2	B. subalternans	1996	Inibidores da enzima ALS (B/2)
3	Brachiaria plantaginea	1997	Inibidores da enzima ACCase** (A/1)
4	Sagittaria montevidensis	1999	Inibidores da enzima ALS (B/2)
5	Echinochloa crus-gavonis	1999	Auxinas sintéticas (O/4)
6	Echinochloa crus-galli	1999	Auxinas sintéticas (O/4)
7	Cyperus difformis	2000	Inibidores da enzima ALS (B/2)
8	Fimbristylis miliacea	2001	Inibidores da enzima ALS (B/2)
9	Raphanus sativus	2001	Inibidores da enzima ALS (B/2)
10	Digitaria ciliaris	2002	Inibidores da enzima ACCase (A/1)
11	Lolium multiflorum	2003	Glicinas (G/9)
12	Eleusine indica	2003	Inibidores da enzima ACCase (A/1)
			Resistência múltipla: 2 Sítios de Ação
13	Euphorbia heterophylla	2004	Inibidores da enzima ALS (B/2) Inibidores do fotossistema II C1/5)
14	Parthenium hysterophorus	2004	Inibidores da enzima ALS (B/2)
15	Conyza bonariensis	2005	Glicinas (G/9)
16	Conyza canadensis	2005	Glicinas (G/9)
17	Euphorbia heterophylla	2006	Inibidores da enzima ALS (B/2)
18	Oryza sativa	2006	Inibidores da enzima ALS (B/2)
			Resistência múltipla: 2 Sítios de Ação
19	Bidens subalternans	2006	Inibidores da enzima ALS (B/2) Inibidores do fotossistema II C1/5)
20	Digitaria insularis	2008	Glicinas (G/9)
			Resistência múltipla: 2 Sítios de Ação
21	Echinochloa crus-galli	2009	Inibidores da enzima ALS (B/2) Auxinas sintéticas (O/4)
			Resistência múltipla: 2 Sítios de Ação
22	Sagittaria montevidensis	2009	Inibidores da enzima ALS (B/2) Inibidores do fotossistema II (C3/6)
23	Lolium multiflorum	2010	Inibidores da enzima ALS (B/2)
			Resistência múltipla: 2 Sítios de Ação
24	Lolium multiflorum	2010	Inibidores da enzima ACCase (A/1) Glicinas (G/9)
25	Conyza sumatrensis	2010	Glicinas (G/9)
26	Avena fatua	2010	Inibidores da enzima ACCase (A/1)
27	Conyza sumatrensis	2011	Inibidores da enzima ALS (B/2)
			Resistência múltipla: 2 Sítios de Ação
28	Conyza sumatrensis	2011	Inibidores da enzima ALS (B/2) Glicinas (G/9)

Adaptado de: International Survey of Herbicide Resistant Weeds – Site <http://www.weedscience.org/in.asp>. (2008). *ALS = acetolactato sintase; **ACCase = acetil-CoA carboxilase; ***PPO = protoporfirinogen oxidase

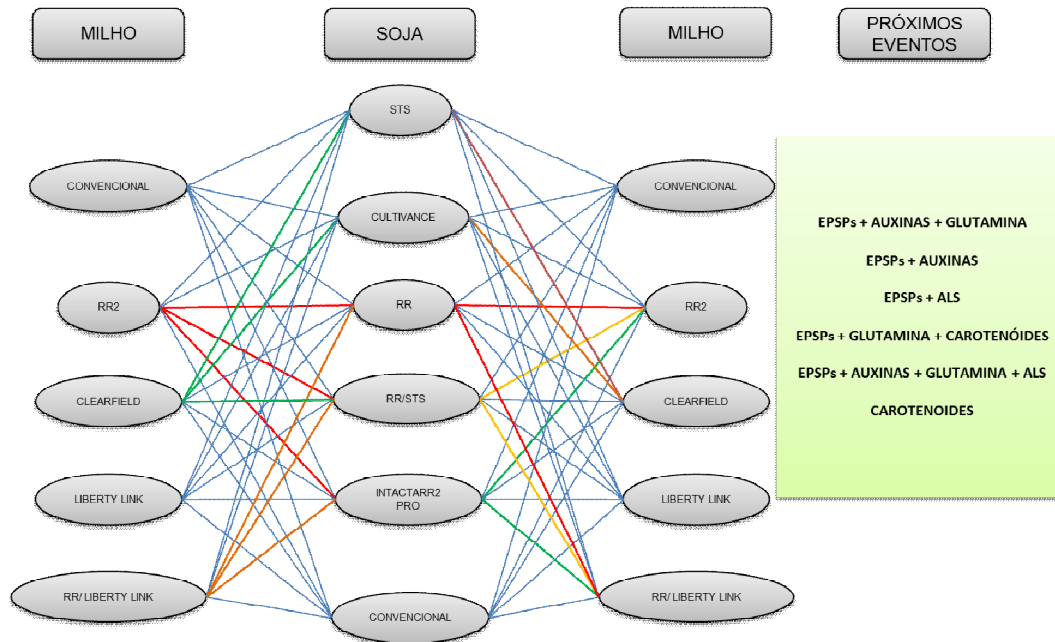


Figura 02 - Novos sistemas de produção envolvendo as culturas de soja e milho

9. PLANTAS VOLUNTÁRIAS

Com a introdução de cultivares de soja e milho geneticamente modificados conferindo resistência ou tolerância a diferentes herbicidas, as alternativas de produtos para o manejo químico de plantas voluntárias ficam limitadas na dessecação de manejo para plantio direto tanto em pré-plantio como em pós-colheita. Estas plantas, conhecidas como tigueras podem ser de soja, milho, algodão entre outras sensíveis a determinados herbicidas que permanecerão no campo como invasoras.



10. LITERATURA CONSULTADA

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

COSTA, J. M.; KARAM, D. Plantas tigueras em cultivares de soja e milho (verão e safrinha) resistentes a herbicidas. In: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. (Ed.). **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agronômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. cap. 25, p. 387-398.

FAO. **The lurking menace of weeds**. Roma, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/0/item/29402/icode/en/>>. Acesso em: 04 out. 2011.

GAZZIERO, D. L. P.; GUIMARÃES, S. C.; PEREIRA, F. A. R. **Plantas Daninhas: cuidado com a disseminação**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1989. 1 folder.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 01 ago. 2013.

KARAM, D. Novas e futuras alternativas de controle de plantas In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AMAZÔNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS, 1., 2007, Belém. **Palestras apresentadas...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 195-205.

KARAM, D. Milho: resistência ou tolerância. **Cultivar; Grandes Culturas**, Pelotas, v. 10, n. 107, p. 14-16, abr. 2008.

KARAM, D.; CRUZ, M. B. da. Sem concorrentes: manter o terreno no limpo, sem invasoras é o primeiro passo para garantir o desenvolvimento. **Cultivar; Grandes Culturas**, Pelotas, v. 6, n. 63, p. 3-10, 2004. Encarte.

KARAM, D.; GAMA, J. de C. M. Competidor desleal. **Cultivar; Grandes Culturas**, Pelotas, v. 9, n. 97, p. 6-8, 2007.

KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P.; VARGAS, L. Por uma safrinha livre de invasoras. **Granja**, Porto Alegre, v. 68, n. 760, p. 60-62, abr. 2012.



KARAM, D.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; LANDAU, E. C. **Plantas daninhas presentes na cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 22 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 147).

OLIVEIRA, M. F. de; KARAM, D. Dessecação antecipada reduz incidência de ervas daninhas. **Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 9, n. 102, p. 24-25, ago. 2011.

OLIVEIRA, M. F. de; KARAM, D.; GUIMARAES SOBRINHO, J. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de. Plantas de milho RR tigueras e as culturas em sucessão. **Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 11, n. 125, p. 46-47, jul. 2013.

VIVIAN, R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; OLIVEIRA, M. F. de; KARAM, D. Importância do manejo de entressafra. **Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 9, n. 109, p. 12-14, mar. 2012.