

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SUL DE MINAS GERAIS – CÂMPUS MACHADO**

**Pedro Otávio Oliveira**

**Manejo de plantas voluntárias resistentes ao herbicida  
glyphosate: soja e milho**

**MACHADO  
2016**

**Pedro Otávio Oliveira**

**Manejo de plantas voluntárias resistentes ao herbicida  
glyphosate: soja e milho**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS,  
como parte das exigências do Curso de  
Agronomia para a obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Saul Jorge Pinto de Carvalho

**MACHADO  
2016**

**Pedro Otávio Oliveira**

**Manejo de plantas voluntárias resistentes ao herbicida  
glyphosate: soja e milho**

Monografia apresentada ao IFSULDEMINAS, como parte das exigências do Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** \_\_\_\_\_

**Saul Jorge Pinto de Carvalho**

**Membros:** \_\_\_\_\_

**André Delly Veiga**

\_\_\_\_\_  
**Wellington Marota Barbosa**

**MACHADO - MG  
2016**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa conquista a minha mãe Mônica, meu pai Tadeu, minha avó Marlene e madrinha Simone. Obrigado aos familiares e amigos que me apoiaram durante o período de graduação.

### *AGRADECIMENTOS*

Ao meu orientador Saul Jorge Pinto de Carvalho que sempre esteve presente no desenvolvimento deste trabalho e na minha formação acadêmica.  
Aos demais integrantes do GAPE Matologia do IFSULDEMINAS – Câmpus Machado, pelo constante companheirismo em nossas pesquisas.

## RESUMO

O sistema de cultivo da cultura da soja e do milho no Brasil passou por mudanças nos últimos anos. Hoje existe a tecnologia da semeadura de milho depois da cultura da soja, também chamada milho de segunda safra ou safrinha. O cultivo de materiais transgênicos tem alterado de forma muito perceptível o manejo do sistema produtivo em muitas regiões produtoras no Brasil, a exemplo do estado do Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia e outros, pois as plantas que permanecem na área de cultivo passam a interferir no desenvolvimento da cultura subsequente. Nos sistemas de produção que utilizam a sucessão de soja e milho resistentes ao glyphosate é frequente o aparecimento de plantas da cultura antecessora na cultura subsequente. São as chamadas plantas tiguera ou voluntárias. Tradicionalmente, em áreas com cultivo de milho, a recomendação para controle da soja é de uso de associações de glyphosate + 2,4-D (720 + 670 g ha<sup>-1</sup>) ou glyphosate + atrazina (720 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>). Destas associações, destaca-se glyphosate + atrazina, a qual proporciona excelente controle da soja tiguera, custo reduzido e seletividade ao milho. Com o advento do milho também resistente ao glyphosate, o controle do milho voluntário com glyphosate também foi inviabilizado, exigindo a aplicação de herbicidas de outros mecanismos de ação, com grande destaque para os graminicidas inibidores da ACCase. Neste sentido, propõem-se sistemas de manejo de milho voluntário fundamentados na aplicação combinada de glyphosate e graminicidas. Neste caso, o herbicida quizalofop-P-ethyl foi o mais eficaz no controle de milho, seguido por clethodim e fenoxaprop-P-ethyl. Observou-se, ainda, que a aplicação conjunta de glyphosate, graminicidas e adjuvantes não prejudicou a eficácia dos herbicidas ou a tolerância da soja. Assim sendo, para o controle de plantas voluntárias e/ou plantas daninhas resistentes a herbicidas, além de diversos outros problemas agrícolas, tem-se frequentemente a associação de moléculas, prática esta que necessita ser devidamente regulamentada. Trata-se de nova fronteira do conhecimento, exigindo pesquisas que esclareçam os resultados e consequências das mais diversas combinações adotadas no país.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, *Zea Mays*, safrinha, cultura subsequente.

## ABSTRACT

Brazilian crop system of soybean and corn has undergone through several changes in the last few years. Nowadays, corn seeding after soybean harvest is a usual technology, also called second season corn or off-season corn. Growing transgenic materials of soybean, and more recently corn, has changed cropping system perceptively in many growing regions of Brazil, for example Paraná, Mato Grosso do Sul, Bahia beyond others; once plants that remain in the area may interfere on the growth of subsequent crop. In the cropping systems that include the succession soybean-crop, both glyphosate-resistant, the presence of the remaining plants in the next crop is frequent. These plants are known as volunteer plants. Traditionally, at the corn crop, the recommendation for soybean control includes the association of glyphosate + 2,4-D (720 + 670 g ha) or glyphosate + atrazine (720 + 1,500 g ha). From these associations, glyphosate + atrazine may be highlighted, which promotes excellent control of volunteer soybean, at low cost and being selective to corn. After expansion of glyphosate-resistant corn in Brazil, the control of volunteer corn with glyphosate was also discontinued, and herbicides of other mode of action have been demanded, with highlights to ACCase inhibiting herbicides. In this sense, management systems to control volunteer corn have been structured on the combination of glyphosate and graminicides. Between graminicides, quizalofop-p-ethyl has promoted high efficacy, followed by clethodim and fenoxaprop-p-ethyl. Joint application of glyphosate, graminicides and adjuvants has not damaged herbicide efficacy or soybean tolerance. Therefore, for controlling volunteer glyphosate-resistant plants or herbicide-resistant weeds, besides other agricultural problems, association of herbicides has been frequently recommended, practice that needs to be perfectly analyzed. This is a new knowledge frontier, which demands new research that explains results and consequences of several pesticide combinations frequently adopted in Brazil.

**Keywords:** *Glycine max*, *Zea Mays*, off-season, subsequent culture.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. PROBLEMÁTICA.....	11
3. GLYPHOSATE.....	13
4. MANEJO DA SOJA VOLUNTÁRIA.....	15
5. MANEJO DO MILHO VOLUNTÁRIO.....	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21



# 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque mundial na produção de grãos, dentre estes o milho (*Zea mays* L.) e a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) estão entre os mais cultivados no país devido a sua importância para a agricultura no mundo. Com a população mundial atual de 7 bilhões de pessoas, e que em 2050 poderá chegar há 9 bilhões de pessoas, estima-se aumento na demanda de alimentos em 20% nos próximos 10 anos, de modo que o Brasil será responsável por atender 40% dessa demanda. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) na safra 2015/16, esses grãos juntos somaram área de 43,5 milhões de hectares, sendo 33,2 milhões de hectares ocupados por soja, com produção estimada em 95,4 milhões de toneladas na safra 2015/16, e 10,3 milhões de hectares cultivados com milho, com produção total (milho primeira e segunda safras) estimada em 68,4 milhões de toneladas na safra 2015/16 (CONAB, 2016). No ano agrícola de 2014/15, a produção de milho em segunda safra foi de 54,5 milhões de toneladas, com avanço de 12,6% sobre o ciclo anterior (CONAB, 2015).

A soja é uma planta pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Faboideae (Papilionoidae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* (L.) Merrill. Trata-se de uma das mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo. Antes da era cristã a soja já era cultivada, tendo sua domesticação com início há cerca de 1.000 anos a.C. (SEDIYAMA, TEIXEIRA e BARROS, 2009).

A primeira referência sobre a soja no Brasil data de 1882, na Bahia. Inicialmente foi cultivada como planta forrageira e, a partir de 1950, iniciou-se sua exploração como produtora de grãos (EMBRAPA, 2008). A soja é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial. Na safra 2014/15, a área plantada foi de aproximadamente 31,5 milhões de hectares, com produção de 94,6 milhões de toneladas e produtividade média de 3.001 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015). Mesmo com crescimento anual na área cultivada com a oleaginosa, a produtividade continuou crescendo a taxas maiores que nos demais países (FAO, 2016).

O milho tem origem nas Américas, mas especificamente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. A produção mundial de milho tem crescido anualmente, principalmente, devido às atividades de avicultura e suinocultura, onde o milho pode ser consumido diretamente ou ser utilizado na fabricação de rações e destinado ao consumo de

animais (MARCHI, 2008). No Brasil, a importância do milho para a alimentação humana varia entre as regiões.

De acordo com a classificação botânica, o milho é uma monocotiledônea, pertencente à família Poaceae, Subfamília Panicoidae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (SILOTO, 2002). É uma planta herbácea, monóica, portanto possui os dois sexos na mesma planta em inflorescências diferentes, completa seu ciclo entre quatro e cinco meses, caracterizando-se como uma planta anual (PONS e BRESOLIN, 1981).

No Brasil, a sucessão de culturas tem sido estimulada devido às melhorias que traz às condições físicas, químicas e biológicas do solo. Esta prática protege o solo contra a erosão e também proporciona melhor aproveitamento de adubos químicos, o que reduz os custos com adubação mineral. Outro fator descrito pelos autores é o aumento da atividade biológica do solo, controlando as plantas daninhas (CARVALHO et al., 2007). A sucessão de cultivos de maior destaque no Brasil é a semeadura da soja na safra e do milho na safrinha (segunda safra).

Neste sentido, o cultivo de materiais transgênicos tem alterado de forma muito perceptível o manejo do sistema produtivo em muitas regiões produtoras no Brasil, a exemplo do estado do Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia e outros, pois as plantas que permanecem na área de cultivo passam a interferir no desenvolvimento da cultura subsequente.

O cultivo repetido de culturas RR (Roundup Ready) numa mesma área pode ocasionar a seleção de biótipos resistentes de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. Além da possível competição entre as plantas voluntárias com a cultura sucessora, estas podem também servir de hospedeiras para insetos considerados praga e para microrganismos causadores de doenças no período de entressafra (OLIVEIRA et al., 2013).

Assim sendo, esta revisão foi desenvolvida com o objetivo de discutir a problemática das plantas voluntárias de soja e milho resistentes ao herbicida glyphosate, bem como suas implicações sobre o manejo.

## 2. PROBLEMÁTICA

Nos sistemas de produção que utilizam a sucessão de soja e milho resistentes ao glyphosate é frequente o aparecimento de plantas da cultura antecessora na cultura subsequente. São as chamadas plantas tiguera ou voluntária. Quando emergidas em meio à cultura subsequente, causam perdas devido à matocompetição (YOUNG e HART, 1997).

Em síntese, a sucessão soja-milho é conhecida há muito tempo no país, com elevado domínio do sistema de produção. Na maioria das áreas, sobretudo naquelas de maior tecnologia, estas culturas são colhidas mecanicamente, com variados níveis de eficiência. Assim sendo, em maior ou menor escala, sempre são deixados grãos na área, que podem germinar na cultura subsequente (PUZZI, 1986; SOUZA et al., 2006). Por exemplo, Toledo et al. (2008) observaram perdas na colheita da soja de até 58,8 kg ha<sup>-1</sup>. O desejável é que essas perdas sejam mínimas; entretanto atualmente no Brasil, as perdas de grãos de milho por hectare estão próximas de 4% (OLIVEIRA et al., 2013).

Além de perdas na colheita, o manejo de herbicidas é outro fator que influencia a frequência e a intensidade do aparecimento de plantas tiguera em culturas sucessoras (OLIVEIRA et al., 2013). Os herbicidas de controle devem agir de forma eficaz nas plantas voluntárias para evitar a matocompetição inicial entre as culturas.

O poder de competição do milho voluntário é bastante elevado e pode causar redução de produtividade na soja. Estudos indicam que a presença de 2 a 4 plantas de milho por metro quadrado pode provocar redução de até 50% na produtividade da soja. Além da perda de produtividade, o controle do milho voluntário tem custo elevado. Em algumas situações, essa operação de controle, que requer adoção de gramínicidas, já está mais cara do que o controle de todo o complexo de plantas daninhas da soja, que normalmente usa o glyphosate (ADEGAS, 2012).

ADEGAS et al. (2008), avaliando 70 propriedades cultivadas com a sucessão soja e milho safrinha no Paraná, constataram a importância das plantas voluntárias neste sistema de produção. Neste trabalho, a soja voluntária esteve presente na cultura do milho safrinha com índice de frequência de 0,847 e com densidade de 9,17 plantas m<sup>2</sup>, enquanto que o milho voluntário esteve presente na frequência de 0,913 e na densidade de 2,46 plantas m<sup>2</sup>, na cultura da soja cultivada em sucessão.

As plantas de milho provenientes da perda na colheita podem ser geradas por grãos e espigas (Figura 1). Os grãos desprendidos das espigas, geralmente, germinam logo em

seguida, enquanto os grãos retidos nas espigas podem vir a germinar mais tardiamente, deixando o problema mais para o meio ou fim da cultura sucessora, geralmente, a soja. É importante ressaltar que a tigueria de soja também é problema para a cultura do milho RR (OLIVEIRA et al., 2013).

Tradicionalmente, a dessecação de manejo que antecede a semeadura direta destas áreas era suficiente para promover o controle da soja ou milho voluntário. No entanto, após o surgimento da tigueria de híbridos de milho RR e soja RR, as opções tradicionais de dessecação à base de glyphosate não são mais suficientes para o manejo destas plantas (OLIVEIRA et al., 2013).



**Figura 1.** Espiga de milho proveniente das perdas na colheita.

### 3. GLYPHOSATE

Nas últimas décadas, os herbicidas formulados a base de glyphosate ganharam expressão e importância, principalmente em virtude do crescimento da área semeada com culturas resistentes à molécula (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011), pois além da elevada eficácia no controle das plantas daninhas, seu uso não compromete a produtividade da cultura (PETTER et al., 2007).

O glyphosate, N-(fosfonometil) glicina, é um herbicida sistêmico e não seletivo que está registrado no Brasil desde o final da década de 70 e é utilizado para controlar plantas daninhas em vários ambientes, culturas e usos não agrícolas como acostamento de estradas de rodagem e ferrovias, controle de vegetação em baixo de linhas de transmissão, etc. (GROSSBARD e ATKINSON, 1985; MALIK et al., 1989; AGRICULTURE CANADÁ, 1991; US EPA, 1993; WHO 1994; FRANZ et al., 1997; GIESY et al., 2000; FAO/WHO, 2004).

Atualmente, esta molécula está registrado em mais de 130 países para uso em diferentes ambientes agrícolas e não-agrícolas, e representa uma das melhores relações custo / benefício para o produtor rural, quando comparado aos outros métodos de controle de plantas daninhas. No Brasil, as formulações contendo o ingrediente ativo glyphosate e as recomendações de uso foram avaliadas e aprovadas para uso comercial pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA - Ministério do Meio Ambiente) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA - Ministério da Saúde) (VICENTE, 2014).

O glyphosate é um ácido, mas é aplicado nas lavouras na forma de sal (sal de isopropilamina, amônio, potássio). As formulações de glyphosate são geralmente comercializadas como concentrados solúveis em água ou como granulados dispersáveis em água. O mecanismo de ação do glyphosate está bem entendido e documentado: ele inibe a enzima EPSPS (5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase) da via metabólica do ácido chiquímico, impedindo a síntese de determinados aminoácidos (fenilalanina, tirosina e triptofano) essenciais ao crescimento das plantas (MALIK et al., 1989; FRANZ et al., 1997).

A soja RR (Roundup Ready) e o milho RR (Roundup Ready) tem a característica de resistência a este herbicida não-seletivo, devido à insensibilidade da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase 2 (EPSP<sub>S</sub>) que catalisa a transferência do grupo

enolpiruvil do fosfoenol piruvato (PEP) para o 5-hidroxil de chiquimato-3-fosfato (S3P), produzindo assim fosfato inorgânico e 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato, sendo o último produto da via do ácido chiquímico. O ácido chiquímico é um substrato para a biossíntese dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, triptofano e tirosina) e de muitos metabólitos secundários, tais como o tetrahidrofolato, ubiquinona e a vitamina K (ALIBHAI e STALLINGS, 2001; REDDY, RIMANDO e DUKE, 2004). Esta característica possibilita que o glyphosate seja utilizado como herbicida seletivo à cultura, impossibilitando seu uso quando o principal alvo são as plantas voluntárias de soja e milho geneticamente modificadas.

Quando o glyphosate é aplicado sobre as plantas, ocorre inicialmente uma rápida penetração foliar, seguida por uma longa fase de lenta penetração, sendo que a duração dessas fases depende de numerosos fatores, incluindo espécie, idade, condições ambientais e concentração do glyphosate e surfactante. O glyphosate é móvel no floema e é rapidamente translocado por todas as partes da planta, mas tende a se acumular nas regiões meristemáticas. Foi sugerido que as cargas negativas da parede celular e da plasmalema repelem o glyphosate, fortemente aniônico. Essa falta de uma forte ligação pode contribuir para o movimento do glyphosate no apoplasto, ou seja, ele possui movimentação tanto simplástica como apoplástica (SILVA e SILVA, 2007).

Os sintomas iniciais, evidenciados pelas plantas sob efeito desse produto, incluem inibição do crescimento, amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens que progride para necrose generalizada. As folhas tornam-se estriadas e/ou avermelhadas, com alongamento do limbo foliar. A morte da planta sensível ocorre em um período de 4-20 dias (VARGAS, 2003).

Com o avanço tecnológico, foi possível selecionar eventos de transformação genética como o GTS-40-3-2 (Soja Roundup Ready), GA21 (Milho GA21) e NK 60. No mundo, o evento de transgenia mais utilizado é o gene CP4, que confere resistência das plantas ao herbicida glyphosate. No Brasil, existem cultivares como a soja BRS 246 RR da Embrapa e o milho BM 840 RR2 da Monsanto resistentes ao herbicida glyphosate. Plantas transgênicas resistentes ao glyphosate geraram profundas mudanças no sistema de controle químico de plantas voluntárias, também conhecidas como tigueras, já que o glyphosate deixou de ser utilizado como alternativa de controle nessa situação. Atualmente, o controle de plantas voluntárias é uma medida legislativa e obrigatória em diversos estados da federação (SEIXAS e GODOY, 2007).

## 4. MANEJO DA SOJA VOLUNTÁRIA

A necessidade de controle das plantas voluntárias de soja (Figura 2) se agravou nos últimos anos, principalmente em função do aumento na incidência de doenças como a ferrugem asiática, pois as plantas de soja presentes na entressafra podem servir como hospedeiras para a sobrevivência do inóculo e multiplicação do fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* causador dessa doença (YONORI, NUNES JÚNIOR e LAZZAROTTO, 2004).

Brookes e Barfoot (2006) citam o controle da soja voluntária como um fator negativo para a produção de grãos. Esse fato pode se agravar com o aparecimento de espécies voluntárias resistentes ao glyphosate em lavouras comerciais de outras culturas também resistentes ao herbicida, como o milho RR e algodão RR (YORK, BEAM e CULPEPPER, 2005). Para seu controle, vale ressaltar a influência do estágio fenológico das plantas de soja, em que quanto maiores as plantas, mais difícil será o controle. Em estádios mais avançados de desenvolvimento, voluntárias de soja apresentam maior tolerância aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (BRAZ et al., 2013). Diversos herbicidas deixam de alcançar eficácia nas aplicações denominadas de “pós-emergência tardia”, enquanto outros necessitam de aumentos significativos nas doses para proporcionar controle efetivo.



**Figura 2.** Plantas de soja voluntária se desenvolvendo em meio da cultura de milho.

Richetti (2015) via comunicado técnico da Embrapa, calculou que os gastos com herbicidas na cultura da soja transgênica RR na safra 2015 foi de R\$ 110,52 ha<sup>-1</sup>, demonstrando assim a importância econômica de se fazer uma escolha correta dos herbicidas na hora do controle da soja voluntária.

A mistura de herbicidas proporciona melhorias na eficiência em plantas daninhas de difícil controle. Alguns herbicidas (atrazina e 2,4-D) comumente associados ao glyphosate possuem atividade residual no solo, permitindo o controle também em pré-emergência e, desta forma, reduzindo a matocompetição inicial (JAREMTCHUCK et al., 2008).

Tradicionalmente, em áreas com cultivo de milho, a recomendação é de uso de associações de glyphosate + 2,4-D (720 + 670 g ha<sup>-1</sup>) ou glyphosate + atrazina (720 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>). Destas associações, destaca-se glyphosate + atrazina, a qual proporciona excelente controle da soja tiguera e custo reduzido (CARVALHO et al., 2016). Porém, deve ser adotada com cautela, visto a possibilidade de antagonismo entre moléculas em tanque, sobretudo quando há redução do volume de calda, inferior a 120 L ha<sup>-1</sup>. O 2,4-D, por sua vez, pode causar fitotoxicidade à cultura do milho, particularmente se aplicado após o estágio de V4 (4 folhas).

Em áreas de vazio sanitário, outros herbicidas podem ser utilizados. Neste sentido, Dan et al. (2009) observaram adequado controle da soja voluntária, cultivar Valiosa RR<sup>®</sup>, com uso de atrazina (1.500 g ha<sup>-1</sup>) ou paraquat + diuron (500 + 250 g ha<sup>-1</sup>). Adotando herbicidas recomendados para a cultura do milho, Dan et al. (2011) alcançaram adequado controle da soja, cultivar Valiosa RR<sup>®</sup>, com destaque para atrazina (1.500 g ha<sup>-1</sup>), paraquat + diuron (500 + 250 g ha<sup>-1</sup>) e 2,4-D (1.340 g ha<sup>-1</sup>).

Neste sentido, algumas pesquisas têm comprovado que o uso de glyphosate, combinado a herbicidas aplicados em soja também aumenta o espectro e a eficácia de controle de plantas consideradas mais tolerantes à ação do glyphosate isolado (MONQUERO et al., 2001; VIDRINE et al., 2002; PROCÓPIO et al., 2007).



## 5. MANEJO DO MILHO VOLUNTÁRIO

O uso de híbridos de milho tolerantes ao glyphosate, princípio ativo do herbicida Roundup Ready ou RR, tem crescido nos últimos anos, especialmente em áreas de produção com alto uso de tecnologias (OLIVEIRA, 2013).

Em cultivos subsequentes de milho e soja RR, resistentes ao herbicida glyphosate, a presença do milho RR voluntário (Figura 3) vem se tornando um problema para os produtores que adotam esse sistema de produção, causando perdas de produtividade e mato competição entre as culturas (ADEGAS, 2012). As plantas voluntárias causam problemas em relação à colheita, redução no rendimento e qualidade de sementes, manutenção de pragas e também doenças (CHAHAL et al., 2014). A presença de milho voluntário nas lavouras de soja pode resultar em perdas de até 69,9%, com destaque para a presença de pedaços de espigas, que proporcionam fluxos de germinação sucessivos e desuniformes, dificultando as medidas de controle (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016).



**Figura 3.** Plantas de milho voluntário se desenvolvendo em meio da cultura da soja

O primeiro passo para minimizar a situação é atuar de maneira preventiva, principalmente evitando perdas na colheita do milho, pois os grãos deixados na lavoura serão as plantas voluntárias na cultura posterior. Para quem está com o problema já instalado na lavoura, recomenda-se atenção nessa fase inicial da cultura. O controle antes da semeadura ou logo após a emergência da soja, quando as plantas de milho estão menos desenvolvidas, vem sendo o mais recomendado. Também é preciso ter muito critério e cuidado com o manejo dos herbicidas (ADEGAS, 2012).

Com a resistência do milho voluntário ao glyphosate, foram adotados outros herbicidas com diferentes mecanismos de ação para seu controle, com grande destaque para os graminicidas inibidores da acetil coenzima A carboxilase (ACCase) (DEEN et al., 2006; SOLTANI et al., 2006; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016). Estes promovem a inibição enzimática da ACCase, bloqueando a síntese de lipídeos nas plantas suscetíveis (BURKE et al., 2006), prejudicando a formação das paredes celulares e desestruturando os tecidos em formação (NALEWAJA et al., 1994). Os principais sintomas promovidos pela ação desses herbicidas são: paralisação do crescimento, amarelecimento das folhas, coloração arroxeada ou avermelhada nas folhas mais velhas, seguida de morte apical (DEFELICE et al., 1989).

Os herbicidas pertencentes a essa família (ACCase) estão distribuídos em três grupos químicos: os ariloxifenoxipropionatos (FOPs), os ciclohexanodionas (DIMs) e os phenylpyrazolines (HOCHBERG et al., 2009). Os herbicidas inibidores de ACCase compõem uma das classes mais numerosas de herbicidas registrados no Brasil (VIDAL, 2002).

O manejo com herbicidas de pós-emergência deve ser feito quando as voluntárias ainda estão nos primeiros estádios de desenvolvimento, de três a cinco folhas (V3 a V5), nessa fase tanto os herbicidas dos grupos químicos ciclohexanodionas (CHD ou DIMs) e os ariloxifenoxipropionatos (AFP ou FOP) tem controle satisfatório sobre o milho voluntário. Caso o controle seja realizado tardiamente será necessária à aplicação de um graminicida do grupo químico FOP, pois sua estrutura básica é composta por um anel fenil com duas pontes de oxigênio, uma ligando a um radical aril (cíclico) e outra a um éster do ácido propiônico aumentando assim sua eficácia. A aplicação de herbicidas do grupo químico DIMs, que são compostos por um anel fenil com duas ligações de função cetona (na maioria dos produtos distingue-se facilmente apenas uma cetona), ou seja uma ligação mais fraca, não apresenta efeito satisfatório no controle do milho voluntário em estágio avançado de desenvolvimento (CHRISTOFFOLETI e FIGUEIREDO, 2014).

Neste sentido, Deen et al. (2006) propuseram sistemas de manejo de milho voluntário fundamentados na aplicação combinada de glyphosate e graminicidas. Neste caso, o herbicida

quizalofop-P-ethyl foi o mais eficaz no controle de milho, seguido por clethodim e fenoxaprop-P-ethyl. Relatam, ainda, que a aplicação conjunta de glyphosate, graminicidas e adjuvantes não prejudicou a eficácia dos herbicidas ou a tolerância da soja. Soltani et al. (2006), por sua vez, recomendam aplicações de clethodim, fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl ou quizalofop-P-ethyl para controle de milho voluntário. O herbicida haloxyfop também proporciona adequado controle de milho voluntário resistente ao glyphosate, podendo ser aplicado isoladamente, em associação ao glyphosate, 2,4-D ou fluroxypir (COSTA et al., 2014; PETTER et al., 2015).

Costa et al. (2014), no entanto, observaram que aplicações de clethodim foram eficientes em milho híbrido em estágio V5, porém, resultaram em níveis insatisfatórios para plantas em estágio de V8. Em trabalho recente, López-Ovejero et al. (2016) propuseram diferentes sistemas de controle de milho resistente a glyphosate oriundo de fragmentos de espigas, utilizando pulverizações de clethodim. Observaram que a produtividade da soja foi assegurada por meio de aplicação única de clethodim ( $108 \text{ g ha}^{-1}$ ) com a cultura em estágio de seis trifólios; ou por meio de duas aplicações sequenciais do graminicida ( $108 + 84 \text{ g ha}^{-1}$ ) com a soja com três e seis trifólios.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas voluntárias resistentes ao herbicida glyphosate são um problema para o sistema de sucessão soja -milho no Brasil, sendo importante que os produtores que optam por essa prática, conheçam o manejo ideal, para evitar gastos com herbicidas ineficazes e perdas de produtividade.

Neste sentido, medidas preventivas devem ser tomadas, com especial enfoque para os cuidados com as operações de colheita. A eficiência do procedimento de colheita reduz a dispersão de grãos na área e, conseqüentemente, a germinação de plantas resistentes a herbicidas nas culturas em sucessão.

Entretanto, a alternativa mais usada até o momento para controle da soja e milho voluntários é a mistura de herbicidas em tanque, aumentando assim o espectro de ação destes. Tem-se conhecimento que cerca de 97% dos produtores rurais adotaram mistura de produtos em tanque, 95% das vezes variando entre dois e cinco produtos.

Tradicionalmente, em áreas com cultivo de milho, a recomendação para controle da soja é de uso de associações de glyphosate + 2,4-D (720 + 670 g ha<sup>-1</sup>) ou glyphosate + atrazina (720 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>). Destas associações, destaca-se glyphosate + atrazina, a qual proporciona excelente controle da soja tiguera, custo reduzido e seletividade ao milho. O controle do milho voluntário em áreas de cultivo de soja é feito com associação de glyphosate e herbicidas de outros mecanismos de ação, com grande destaque para os graminicidas inibidores da ACCase. Neste sentido, propõem-se sistemas de manejo de milho voluntário fundamentados na aplicação combinada de glyphosate e graminicidas.

Assim sendo, para o controle de plantas voluntárias e/ou plantas daninhas resistentes a herbicidas, além de diversos outros problemas agrícolas, tem-se frequentemente a associação de moléculas, prática esta que necessita ser devidamente regulamentada no país. Trata-se de nova fronteira do conhecimento, exigindo pesquisas que esclareçam os resultados e conseqüências das mais diversas combinações adotadas no país.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F. S. **Notícias Embrapa Soja**, 2012. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver\\_noticia.php?cod\\_noticia=900](http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=900) Acesso em: 30 ago. 2016.

ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L.P.; VOLL, E. Manejo de soja voluntária resistente ao glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 26, Sete Lagoas, 2008. **Anais...** SBCPD: Sete Lagoas, 2008.

AGRICULTURE CANADA. Pre-harvest use of glyphosate herbicide. **Discussion document. Pesticides Directorate**, Ottawa, Ontario. 1991.

ALIBHAI, M. F.; STALLINGS, W. C. Closing down on glyphosate inhibition – with a new structure for drug discovery. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 6, p. 2944-2946, 2001.

BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J., RAIMONDI, M.A.; FRANCHINI, L.H.M.; BIFFE, D.F.; ARANTES, J.G.Z., TAKANO, H.K. Alternativas para o controle de soja RR<sup>®</sup> voluntária na cultura do algodoeiro. **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.360-369, 2013.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. **GM Crops: the first ten years – global socio- economic and environmental impacts**. Ithaca: ISAAA, 116p. 2006.

BURKE, I. C.; WALTER, E.; THOMAS; BURTON, J. D.; SPEARS, J. F e WILCUT, J. W. A seedling assay to screen aryloxyphenoxypropionic acid and cyclohexanedione resistance in johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Technology**, v. 20, n. 4, p. 950-955, 2006.

CARVALHO, M.A.C.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C.; ARF, O.; SÁ, M.E. Plantas de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro. **Bragantia**, v.66, n. 4, p. 659-668, 2007.

CARVALHO, S.J.P.; SOUZA, M.; MATOSO, J.M.; ANDRADE, J.F.; PRESOTO, J.C.; NETTO, A,G. Armazenamento de calda pronta de glyphosate puro, em mistura com atrazina ou 2,4-D. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 30., Curitiba, 2016. **Anais...** SBCPD: Curitiba, 2016.

CHAHAL, P. S.; KRUGER, G.; BLANCO-CANQUI, H.; JHALA, A. J. Efficacy of pre-emergence and post emergence soybean herbicides for control of glufosinate-, glyphosate-, and imidazolinone-resistant volunteer corn. **Journal of Agricultural Science**, v. 6, n. 8, p. 431-443, 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; FIGUEIREDO, M. R. A. Voluntárias indesejadas. **Cultivar Grandes Culturas**. v.15, n.179, p.28-29, 2014. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/acervo/366> Acesso em: 08 set. de 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2015/2016**. Brasília: CONAB, 2016. p.116

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2014/2015**. Brasília: CONAB, 2015. p.101

COSTA, N.V.; ZOBIOLE, L.H.S; SCARIOT, C.A.; PEREIRA, G.R.; MORATELLI, G. Glyphosate tolerant volunteer corn control at two development stages. **Planta Daninha**, v.32, n.4, p.675-682, 2014.

DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; PROCÓPIO, S.O.; DAN, L.G.M.; NETO, A.M.O, GUERRA, N.; BRAZ, G.B.P. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.8, n.3, p.96-101, 2009.

DEFELICE, M. S.; BROWN, W. B.; ALDRICH, R. J.; SIMS, B. D.; JUDY, D. T.; GUETHLE, D. R. Weed control in soybeans (*Glycine max*) with reduced rates of postemergence herbicides. **Weed Science**, v. 37, n. 3, p. 365-374, 1989.

DEEN, W.; HAMILL, A.; SHROPSHIRE, C.; SOLTANI, N.; SIKKEMA, P.H. Control of volunteer glyphosate-resistant corn (*Zea mays*) in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.20, n.1, p.261-266, 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2008. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil, 2008**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 282 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT - 2010. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 17 set. 2016.

FAO/WHO. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, FAO Plant Production and Protection Paper 178, Rome, Italy, September 2004.

FRANZ, J.E.; MAO, M.K.; SIKORSKI, J.A. Glyphosate: a unique global herbicide. ACS Monograph 189, **American Chemical Society**, Washington, DC. p. 163-175, 1997.

GIESY, J.P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K.R. Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v.167, n.1, p.35-120, 2000.

GROSSBARD. E.; ATKINSON, D. **The herbicide glyphosate**. London, Butterworths, 1985. p. 221-249.

HOCHBERG, O.; SIBONY, M.; RUBIN, B. The response of ACCase-resistant *Phalaris paradoxa* populations involves two different target site mutations. **Weed Research**, v. 49, n. 1, p. 37-46, 2009.

JAREMTCHUCK, C.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; ARANTES, J.G.Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.4, p.449-455, 2008.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; SOARES, D.J.; OLIVEIRA, N.C.; KAWAGUCHI, I.T.; BERGER, G.U.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glifosato na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.4, p.340-347, 2016.

MALIK, J.; BARRY, G.; KISHORE, G. The herbicide glyphosate. **Biofactors**, v.2, n.1, p.17-25, 1989.

MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná**, 2008. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, 2008.

MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; SANTOS, C.T.D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.375-380, 2001.

NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R.; SZELEZNIAK, E. F. Sethoxydim response to spray chemical properties and environment. **Weed Technology**, v. 8, n. 3, p. 591-597, 1994.

OLIVEIRA, M.F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; KARAM, D.; GUIMARÃES SOBRINHO, J.B. Plantas de milho RR "tiguera" e as culturas em sucessão. **Jornal Eletrônico da**

**Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas - MG)**, v.7, n.47, 2013. Disponível em: <http://grao.cnpms.embrapa.br/artigo.php?ed=MTc=&id=MTY=>; Acesso em: 09 set. 2016.

PETTER, F.A.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v.25, n 3. p.557-566, 2007.

PETTER, F.A.; SIMA, V.M.; FRAPORTI, M.B.; PEREIRA, C.S.; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.F. Volunteer RR<sup>®</sup> corn management in roundup ready<sup>®</sup> soybean-corn succession system. **Planta Daninha**, v.33, n.1, p.119-128, 2015.

PONS, A.; BRESOLIN, M. **A cultura do milho**. Porto Alegre: IPAGRO-SEAGRI, 1981. 100p.

PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C.C.E.; BETTA, L.; BETTA, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup Ready<sup>®</sup>. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.365-373, 2007.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603p.

REDDY, K.N.; RIMANDO, A.M.; DUKE, S. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 2, p. 5139-5143, 2004.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2015/2016, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 202). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina, 2011. 697p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. p. 1-5.

SEIXAS, C.D.S.; GODOY, C.V. Vazio sanitário: panorama nacional e medidas de monitoramento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA, 26., Londrina, 2007. **Anais...** SBFAS: Londrina, 2007.



SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**, 2002. Dissertação: (Mestrado em Entomologia), ESALQ/USP, Piracicaba. 92p.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Métodos de controle de plantas daninhas. In: **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P.H. Control of volunteer glyphosate-tolerant maize (*Zea mays*) in glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max*). **Crop Protection**, v.25, n.2, p.178-181, 2006.

SOUZA, C.M.A.; RAFULL, L.Z.L.; REIS, E.F.; SOBRINHO, T.A. Perdas na colheita mecanizada de milho em agricultura familiar da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.280-290, 2006.

TOLEDO, A.; TABILE, R.A.; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A; MAGALHÃES, S.C.; COSTA, B.O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.710-719, 2008.

US EPA. Reregistration eligibility decision-(RED): glyphosate. **Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances - US Environmental Protection Agency**, Washington, DC. 1993.

VARGAS, L. **Sintomas e diagnose de toxicidade herbicida na cultura da maçã**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2003. 7 p.

VICENTE. **Informações técnicas sobre o herbicida glifosato**, 2014. Disponível em: <http://sementesfiscalizadas.com.br/artigos/8/informacoes-tecnicas-sobre-o-herbicida-glifosato/> Acesso em: 26 set. 2016.

VIDAL, R. A. **Ação dos herbicidas: absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre: Evangraf, 2002. 89 p.

VIDRINE, R.P.; GRIFFIN, J.L.; BLOUIN, D.C. Evaluation of reduced rates of glyphosate and chlorimuron in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.16, n.4, p.731-736, 2002.

WHO. Glyphosate: environmental health criteria 159. **World Health Organization**. Geneva, Switzerland. 1994.

YOUNG, B.G.; HART, S.E. Control of volunteer sethoxydim- resistant corn (*Zea mays*) in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.11, n.2, p.69-655, 1997.

YORINORI, J.T.; NUNES, J.; LAZZAROTTO, J.J. Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. Londrina: **Embrapa Soja**, 2004. 36p. (Documentos, 247).

YORK, A.C.; BEAM, J.B.B.; CULPEPPER, A.S. Control of volunteer glyphosate-resistant soybean in cotton. **Journal of Cotton Science**, v.9, n.1, p.102-109, 2005.